Введение

Режим контроля за ракетными технологиями (РКРТ)

Введение – Режим контроля за ракетными технологиями (РКРТ)

- Аргентина
- Австралия
- Австрия
- Бельгия
- Болгария
- Бразилия
- Канада
- Чехия
- Дания
- Финляндия
- Франция
- Германия
- Греция
- Венгрия
- Исландия
- Ирландия
- Италия
- Япония
- Люксембург
- Нидерланды
- Новая Зеландия
- Норвегия
- Польша
- Португалия
- Республика Корея
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Испания
- Швеция
- Швейцария
- Турция
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Партнеры РКРТ



Режим контроля за ракетными технологиями - это неофициальная и добровольная ассоциация стран, объединенных целью предотвращения распространения систем поставки, которые могут поспособствовать распространению оружия массового поражения (кроме пилотируемых летательных аппаратов), и работающих над координацией мер по лицензированию национального экспорта, нацеленных на предотвращение распространения систем поставки. РКРТ был основан в 1987 г. Канадой, Францией, Германией, Италией, Японией, Великобританией и Соединенными Штатами. С тех пор, число партнеров РКТР возросло до 34 стран, каждая из которых имеет равное положение права в пределах режима.

РКТР был основан частично в ответ на рост распространения оружия массового поражения (ОМП), в особенности ядерного, химического и биологического оружия. Угроза распространения ОМП широко признается как угроза миру и безопасности во всем мире, в том числе и Советом Безопасности ООН, согласно «Декларации встречи на высшем уровне» от 31 января 1992 г. Опасения, связанные с этой угрозой, традиционно сосредотачивались на государствах-распространителях, однако после трагических событий 11 сентября 2001 г., стало очевидно, что также необходимо принять меры по уменьшению риска попадания систем поставки оружия массового поражения в руки террористических организаций и частных лиц. Одним из способов противостояния этой угрозе является поддержание тщательного надзора за передачей оборудования, материалов, и соответствующих технологий, которые могут быть применены в системах поставки оружия массового поражения.

РКТР придерживается общих руководящих принципов экспортной политики («Руководящие принципы РКТР»), применяемых к сводному общедоступному списку контролируемых технических средств («Приложение РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям»). РКТР не принимает коллективных решений по лицензированию экспорта. Вместо этого, каждая из стран-партнеров берет на себя ответственность следовать «Руководящим принципам» и «Приложению» на основании принципа верховенства свободного решения государства и в соответствии с национальным законодательством и практикой.

Все решения РКТР принимаются на основе общего согласия, и партнеры РКТР регулярно обмениваются информацией, относящейся к проблемам национальной политики лицензирования экспорта в контексте общих целей режима. Ежегодно проводится пленум, который возглавляется поочередно одной из стран-участниц. Последние пленарные заседания

были проведены в Оттаве, Канада (2001); Варшаве, Польша (2002), Буэнос-Айресе, Аргентина (2003); Сеуле, Южная Корея (2004); Мадриде, Испания (2005); Копенгагене, Дания (2006); Афинах, Греция (2007); Канберре, Австралия (2008); и Рио-де-Жанейро, Бразилия (2009). Кроме этого проводятся ежемесячные промежуточные консультации, организованные через уполномоченное представительство в Париже, а также ежегодные встречи технических экспертов, встречи по обмену информацией, и встречи экспертов по лицензированию и контролю за соблюдением законодательства. РКТР не имеет своего секретариата; распространение рабочих документов выполняется через уполномоченное представительство, функции которого выполняются Министерством иностранных дел Франции.

Приложение РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям

«Приложение РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям» создано с целью помочь в осуществлении надзора над экспортом технических средств, включенных в «Приложение РКТР». Приложение делится на две части - технические средства «категории I» и «категории II». Оно включает широкий ассортимент оборудования и технологий – военных и двойного назначения – относящихся к разработке, производству и эксплуатации ракет. Страны-партнеры тщательно и с ограничениями рассматривают все передачи технических средств, попадающих под данное «Приложение», и все такие передачи рассматриваются в зависимости от конкретного случая. «Приложение» периодически обновляется для уточнения и принятия во внимание развивающихся технологий.

Наибольшие ограничения применяются техническим средствам категории I. В список этих технических средств входят законченные ракетные системы (включая баллистические ракеты, ракеты-носители и исследовательские ракеты); атмосферные беспилотные летательные аппараты (включая крылатые ракеты, радиоуправляемые самолеты-мишени и радиоуправляемые разведывательные самолеты), способные доставлять «полезную нагрузку» не менее 500 кг на «дальность» не менее 300 км; производственное оборудование для таких систем; и главные подсистемы, включая ракетные ступени, возвращаемые аппараты, ракетные двигатели, системы наведения и боевые зарядные механизмы.

Технические средства, перечисленные в остальной части «Приложения», расцениваются как «категория II», которая включает в себя законченные ракетные системы (включая баллистические ракеты, ракеты-носители и исследовательские ракеты); атмосферные беспилотные летательные аппараты (включая крылатые ракеты, радиоуправляемые самолеты-мишени и радиоуправляемые разведывательные самолеты), с максимальной дальностью 300 км и более и не включенные в «категорию I». Также включен широкий диапазон оборудования, материала, и технологий, большинство из которых имеют другое назначение, чем ракеты, способные поставлять ОМП. Страны-партнеры имеют возможность более гибко подходить к рассмотрению заявок на передачу технических средств категории II, хотя по соглашению они по-прежнему применяют ограничения к такого рода передачам.

Руководство к приложению РКТР

Данное руководство к приложению разработано с целью помочь в осуществлении надзора над экспортом технических средств, включенных в «Приложение РКТР». Оно поясняет, какое оборудование и какие технологии регулируются «Приложением», как они используются, как они работают, каковы их варианты использования кроме прямого назначения, и как они выглядят.

«Приложение» покрывает чрезвычайно широкий ассортимент технических средств, и данное руководство подчеркивает только самымые важные технологии по отношению к разработке и производству ракет. «Руководство» основано на «Приложении РКТР», вступившем в силу 10 ноября 2009 г. Самую свежую версию «Приложения РКТР» можно получить на сайте РКТР - www.mtcr.info.

«Руководство» разбито на разделы и подразделы, подобно «Приложению РКТР». Каждый из разделов следует тому же самому формату: фактический текст «Приложения РКТР» воспроизводится в подчеркнутом виде и сопровождается дополнительной информацией и иллюстрациями. Текст примечаний, имеющих отношение к определенному подразделу «Приложения МКТР», полностью включен, чтобы облегчить чтение. Каждый подраздел разбирается отдельно. При рассмотрении подразделов, читатель должен обращать внимание на заголовок раздела, который может содержать дополнительные описания каждого из подразделов. В соответствующих случаях к подчеркнутому тексту присоединены боковые ячейки, указывающие страны, которые могут производить или экспортировать определенные технические средства. Список стран, которые могут производить определенные технологии или системы, входящие в описание конкретных технических средств, служит в качестве образца и необязательно является исчерпывающим.

Фотографии, включенные в данное руководство, приведены для иллюстрации типов оборудования, подобного тому, которое описано в «Приложении по оборудованию, технологиям и программному обеспечению РКТР». Оборудование, показанное на конкретной фотографии, необязательно регулируется РКТР.

Данная версия «Руководства к приложению РКТР» переведена с оригинала «Руководства к приложению РКТР 2010 г.» на английском языке. При возникновении вопросов по терминологии, обращайтесь к версии текста на английском языке.

Приложение I

Руководящие принципы режима контроля за ракетными технологиями (РКТР)

Приложение I – Руководящие принципы режима контроля за ракетными технологиями (РКТР)

1. Цель данных «Руководящих принципов» состоит в ограничении риска распространения оружия массового поражения (например, ядерного, химического и биологического оружия) с помощью управления передач оружия (кроме пилотируемых летательных аппаратов), которые могут повлиять на системы доставки. «Руководящие принципы» также предназначены для ограничения риска попадания управляемых элементов и соответствующих технологий в руки террористических организаций и частных лиц. «Руководящие принципы» разработаны не для того, чтобы препятствовать национальным космическим программам или международному сотрудничеству в таких программах, при условии, что эти программы не способствуют системам поставки оружия массового поражения. Данные «Руководящие принципы», включая данное «Приложение», формулируют основания для управления передачами оружия по любому назначению вне юрисдикции правительства, или для контроля за всеми системами поставки (кроме беспилотных летательных аппаратов), допускающими поставку оружия массового поражения, а также оборудования и технологий, относящихся к ракетам, рабочие характеристики которых с точки зрения «полезной нагрузки» и дальности превышают заявленные параметры. Все передачи технических средств, подпадающие под данное «Приложение», будут рассматриваться с ограничениями и в зависимости от конкретного случая. Правительство будет следовать «Руководящим принципам» в соответствии с национальным законодательством.

2. Настоящее «Приложение» состоит из двух категорий технических средств, под которыми понимаются «оборудование» и «технологии». Технические средства категории I, полностью перечисленные в «Приложении», раздел 1 и 2, представляют собой наиболее значимые средства. Если средство категории I является частью какой-либо системы, то такая система также будет относиться к категории I, за исключением случаев, когда такое средство не может быть отделено, удалено или заменено. Особые ограничения будут применены при рассмотрении передач категории I, независимо от их цели, а также будут приведены веские основания для отказа в подобных передачах. Особые ограничения будут также применены при рассмотрении передач любых технических средств, перечисленных в «Приложении», или любых ракет (независимо от того, перечислены ли они в «Приложении»), если правительство установит, на основании всей имеющейся аргументированной информации, оцененной согласно факторам, включенным в раздел 3, что данные средства предназначены для поставки оружия массового поражения; а также будут приведены веские основания для отказа в подобных передачах. До получения дальнейшего указания, передача производственного оборудования категории I запрещена. Передача технических средств категории I будет разрешена только в редких случаях, и если правительство (A) получит обязательные межправительственные соглашения, включающие в себя гарантии правительства-получателя, обозначенные в разделе 5 данных «Руководящих принципов», и (B) примет на себя ответственность за принятие мер, необходимых для гарантии, что техническое средство применяется строго по указанному конечному назначению. Соглашением обусловлено, что решение о передаче остается исключительным и полноправным решением правительства.

3. При оценке заявок о передаче технических средств, указанных в «Приложении» будут приняты во внимание следующие факторы:

A. Опасения касательно распространения оружия массового поражения;
B. Возможности и цели ракетных и космических программ государства-получателя;

C. Значение передачи с точки зрения потенциального развития систем поставки (кроме беспилотных летательных аппаратов) оружия массового поражения;
D. Оценка использования конечного назначения передач, включая соответствующие гарантии государств-получателей, упомянутых в последующих разделах параграфа 5. А и 5. В;
E. Применимость соответствующих многосторонних соглашений; и
F. Риск попадания управляемых элементов в руки террористических организаций и частных лиц.

4. Передача разработок и технологий производства, непосредственно связанных с каким либо из технических средств в данном «Приложении», будет подвергаться столь же тщательному рассмотрению и контролю, что и само оборудование, в пределах, разрешенных национальным законодательством.

5. В случаях, когда передача может поспособствовать системе поставки оружия массового поражения, правительство уполномочит передачу технических средств, указанных в приложении, только по получении соответствующих гарантий от правительства государства-получателя что:

A. Средства будут использоваться только по указанному назначению, и данное назначение не может быть изменено, также как и средства не могут быть изменены или воспроизведены без предшествующего согласия правительства;
B. Вследствие вышеуказанного, никакие средства, их точные копии или их производные не могут быть заново переданы без согласия правительства.

6. В целях содействия эффективному применению «Руководящих принципов» правительство будет, по мере необходимости, обмениваться относящейся к данному вопросу информацией с другими правительствами, применяющими эти же «Руководящие принципы».

7. Правительство обязуется:

A. Предусмотреть, чтобы национальные службы надзора над экспортом требовали разрешение для передачи технических средств, неперечисленных в данном «Приложении», если компетентные органы правительства сообщат экспортеру, что средства могут быть предназначены, полностью или частично, для использования в связи с системами поставки оружия массового поражения, за исключением беспилотных летательных аппаратов;
B. и, в случаях, когда экспортер осознает, что неперечисленные средства предназначены для содействия такого рода передачам, полностью или частично, предусмотреть, в соответствии с национальным экспортным контролем, уведомление экспортером вышеуказанных властей, которые примут решение относительно уместности данного экспорта.

8. Приверженность всех государств данным «Руководящим принципам» в интересах мира во всем мире и безопасности приветствуется.

Приложение II–Единицы измерения, постоянные величины, акронимы и аббревиатуры

Приложение II–Единицы измерения, постоянные величины, акронимы и аббревиатуры

ABEC АБЕК	Комитет инженеров газостатических подшипников
ABMA АБМА	Американская ассоциация производителей подшипников
Angstrom ангстрем	1×10^{-10}м
ASTM АСТМ	Американское общество по испытаниюматериалов
bar бар	единица измерения давления
^{0}C	градус Цельсия
см3	кубический сантиметр
KAS КАС	«Кемикл абстрактс сервис»
CEP КВО	круговое вероятное отклонение
dB дБ	децибел
g г	грамм; также ускорение под действием силы тяжести
GHz ГГц	гигагерц
GNSS ГНСС	глобальная навигационная спутниковая система, например. «Галилео»
	«ГЛОНАСС» – глобальная навигационная спутниковая система
	«GPS» – глобальная система определения координат
Hr(s) ч	час(ы)
Hz Гц	герц
	полибутадиен с гидроксильными концевыми группами
ICAO ИКАО	Международная организация гражданской авиации
IEEE ИЕЕЕ	Институт инженеров по электротехнике и электронике
IR ИК	инфракрасный
ISO ИСО	Международная организация по стандартизации
J Дж	джоуль
JIS	Японский промышленный стандарт
K К	Келвин
kg кг	килограмм
kHz кГц	килогерц
km км	километр
kN кН	килоньютон
kPa кПа	килопаскаль
kW кВт	киловатт
m м	метр
MeV МэВ	миллион электрон-вольт
MHz МГц	мегагерц
milligal миллигал	10^{-5} м/с^{2} (также именуется мГал)
mm мм	миллиметр
mm Hg мм рт. ст.	миллиметры ртутного столба
MPa МПа	мегапаскаль
mrad мрад	миллирадиан
ms мс	миллисекунда
µm мкм	микрометр (микрон)

N Н	ньютон
Pa Па	паскаль
ppm млн.-1	части за миллион
rads (Si) рад	доза поглощенной радиации
RF РЧ	радиочастота
rms	среднеквадратичное значение
rpm об/м	обороты в минуту
RV	разделяющаяся головная часть
s с	секунда
Tg Tc	температура стеклования
Tyler Тайлер	размер сита по Тайлеру, или система стандартных сит Тайлера
UAV БЛА	беспилотный летательный аппарат
UV УФ	ультрафиолетовый

Приложение III
Таблица перевода

Приложение III – Таблица перевода

Таблица перевода, используемая в настоящем приложении		
Единица (исходная)	Единица (производная)	Перевод
бар	паскаль (Па)	1 бар = 100 кП
г (сила тяжести)	м/с^2	1 г = 9.806 65 м/с^2
мрад (миллирадиан)	градусы (угловые)	1 мрад≈ 0,0573^0
рад	эрг/гр Si	1 рад (Si) = 100 эрг/гр Si (= 0,01 Грея [Гр])
Тайлер 250 сит	мм	в сите размером 250 меш по Тайлеру размер отверстия сита равен 0,063 мм

Добавление
Заявление о понимании

Добавление– Заявление о понимании

Заявление о понимании

Участники согласны, что в случаях, когда специально разрешен термин «национальные эквиваленты» в качестве альтернативы конкретным международным стандартам, технические методы и параметры, заложенные в национальные эквиваленты, обеспечат соблюдение требований, установленных конкретными международными стандартами.

Приложение РКРТ

Введение, определения, терминология

Приложение РКРТ – Введение, определения, терминология

1. Введение

(a) Данное приложение состоит из двух категорий технических средств, под которыми понимаются оборудование, материалы, «программное обеспечение» и «технология». Технические средства категории I, полностью охваченные в разделах 1 и 2 Приложения, представляют собой наиболее значимые средства. Если средство категории I является частью какой-либо системы, то такая система также будет относиться к категории I, за исключением случаев, когда такое средство не может быть отделено, удалено или заменено. Технические средства категории II представляют собой средства, включенные в приложение, но не отнесенные к категории I.

(b) При рассмотрении поступивших запросов о передаче систем законченных ракет и атмосферных беспилотных летательных аппаратов, указанных в разделах 1 и 19, и оборудования, материалов, «программного обеспечения» или «технологии», перечисленных в техническом приложении и предназначенных для возможного использования в таких системах, правительство будет учитывать возможность взаимоувязки между «дальностью» и «весом полезной нагрузки».

(c) <u>Общее примечание по технологии:</u>
Передача «технологии», непосредственно связанной с любыми товарами, контролируемыми Приложением, контролируется в соответствии с положениями каждого раздела в той мере, в какой это допускает национальное законодательство. Разрешение на экспорт любого средства, включенного в Приложение, дает право на экспорт тому же конечному пользователю минимально необходимой «технологии», требуемой для установки, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта этого средства.

<u>Примечание:</u>

Не подлежат контролю «технология», «являющаяся общедоступной», и «фундаментальные научные исследования».

(d) <u>Общее примечание по программному обеспечению:</u>
Приложение не контролирует «программное обеспечение», которое:
1. Общедоступно, будучи:
    a. продаваемым без ограничений в пунктах розничной торговли посредством:
        1. обычной продажи;
        2. заказов по почте; <u>или</u>
        3. заказов по телефону; <u>и</u>
    b. предназначенным для установки потребителем без дальнейшей существенной помощи со стороны поставщика; <u>или</u>
2. «общедоступное/общедоступная».

<u>Примечание:</u>

Общее примечание по программному обеспечению относится только к имеющему общее назначение рыночному "программному обеспечению".

(e) <u>**Регистрационные номера «Кемикл абстрактс сервис» (КАС):**</u>

В некоторых случаях в отношении химикатов указываются наименование и регистрационный номер по КАС. Химикаты, имеющие одну и ту же структурную формулу (включая гидраты), контролируются независимо от наименования и номера по КАС. Номера по КАС указываются с целью помочь выяснить, подпадает ли под действие контроля конкретный химикат или конкретная смесь независимо от номенклатуры. Номера по КАС не могут использоваться в качестве однозначных идентификаторов, поскольку некоторые формы списочных химикатов имеют разные номера по КАС, а смеси, содержащие списочный химикат, также могут иметь разные номера по КАС.

2. Определения

Для целей настоящего Приложения используются следующие определения:

«Точность»
Обычно мерой точности служит погрешность, означающая максимальное (положительное или отрицательное) отклонение указанного значения от принятого эталона или истинного значения.

«Фундаментальные научные исследования»
Экспериментальные или теоретические работы, ведущиеся главным образом с целью получения новых знаний об основополагающих принципах или наблюдаемых фактах и не направленные непосредственно на достижение конкретной практической цели или решение конкретной задачи

«Разработка»
Относится ко всем стадиям, предшествующим «производству», таким, как:
- проектирование
- конструкторско-технологические разработки
- конструкторский анализ
- принципиальные основы конструкции
- сборка и испытание опытных образцов
- схемы опытного производства
- проектные данные
- процесс передачи проектных данных в производство
- определение проектного облика
- компоновочная схема
- планировка

«Общедоступное/общедоступная»
Означает «программное обеспечение» или «технологию», ставшие доступными без ограничений в отношении их дальнейшего распространения. (Ограничения с точки зрения авторского права не выводят «программное обеспечение» или «технологию» из категории «общедоступных»).

«Микросхема»
Устройство, выполняющее функцию схемы, в котором ряд пассивных и/или активных элементов считаются неразрывно связанными с целостной структурой или расположенными в ней.

«Микропрограммы»
Последовательность элементарных команд, хранящихся в специальной памяти, выполнение которых инициируется запускающей командой, введенной в регистр команд.

«Полезная нагрузка»
Общая масса, которая может быть перенесена или доставлена конкретными ракетой или атмосферным беспилотным летательным аппаратом (БЛА) и которая не используется для поддержания полета.

Примечание:

конкретные оборудование, подсистемы или компоненты, включаемые в «полезную нагрузку», зависят от типа и конфигурации рассматриваемого средства доставки.

Технические примечания:

1. баллистические ракеты

a. «Полезная нагрузка» для систем с разделяющимися аппаратами повторного входа в атмосферу включает в себя:

1. *аппарат повторного входа в атмосферу, включая:*
   a. *специальное оборудование систем наведения, навигации и управления;*
   b. *специальное оборудование противодействия;*
2. *боевое оснащение любого типа (например, взрывное или не взрывное);*
3. *поддерживающие конструкции и механизмы размещения боевого оснащения (например конструкции, используемые для крепления или для отделения аппаратов повторного входа в атмосферу от блока разведения или блока конечного выведения головной части), которые могут быть сняты без нарушения структурной целостности ракеты;*
4. *механизмы и аппаратуру предохранения, взведения, подрыва или взрыва;*
5. *Любое другое оборудование противодействия (например ложные цели, станции активных помех или оборудование для выброса углеродных дипольных отражателей), которое отделяется от блока разведения или блока конечного выведения аппарата повторного входа в атмосферу;*
6. *Блок разведения или блок конечного выведения головной части, устройства контроля ориентации или скорости отделения модуля, за исключением систем/подсистем, необходимых для управления другими ступенями.*

b. «Полезная нагрузка» для систем с не разделяющимися аппаратами повторного входа в атмосферу включает в себя:

1. *боевое оснащение любого типа (например, взрывное или не взрывное);*
2. *Поддерживающие конструкции и механизмы размещения боезаряда, которые могут быть сняты без нарушения структурной целостности ракеты;*
3. *Механизмы и аппаратуру предохранения, взведения, подрыва или взрыва;*
4. *Любое оборудование противодействия (например ложные цели, станции активных помех или оборудование для выброса углеродных дипольных отражателей), которое может быть снято без нарушения структурной целостности ракеты.*

2. Космические ракеты-носители

«Полезная нагрузка» включает в себя:

a. Спутники (один или несколько);
b. Космическую спутниковую платформу, если на ней применяются для изменения (сохранения) орбиты или ориентации апогейные или перигейные двигатели или другие сходные по функциональному назначению системы.

3. Исследовательские ракеты

«Полезная нагрузка» включает в себя:

a. оборудование, требуемое для выполнения задачи, такое, как устройство для сбора данных, записи или передачи специфических данных по задаче;
b. возвращаемое оборудование (например, парашюты), которое может быть снято без нарушения структурной целостности ракеты.

4. Крылатые ракеты

«Полезная нагрузка» включает в себя:

a. боевое оснащение любого типа (например, взрывное или не взрывное);
b. поддерживающие конструкции и механизмы размещения боезаряда, которые могут быть сняты без нарушения структурной целостности ракеты;
c. механизмы и аппаратуру предохранения, взведения, подрыва или взрыва;
d. любое оборудование противодействия (например ложные цели, станции активных помех или оборудование для выброса углеродных дипольных отражателей), которое может быть снято без нарушения структурной целостности ракеты;
e. оборудование, предназначенное для изменения эффективной поверхности рассеяния, которое может быть снято без нарушения структурной целостности аппарата;

5. Другие БЛА

«Полезная нагрузка» включает в себя:

a. боевое оснащение любого типа (например, взрывное или не взрывное);
b. механизмы и аппаратуру предохранения, взведения, подрыва или взрыва;
c. любое оборудование противодействия (например ложные цели, станции активных помех или оборудование для выброса углеродных дипольных отражателей), которое может быть снято без нарушения структурной целостности ракеты;
d. оборудование, предназначенное для изменения эффективной поверхности рассеяния, которое может быть снято без нарушения структурной целостности аппарата;
e. оборудование, требуемое для выполнения задачи, такое, как устройства для сбора данных, записи или передачи специфических данных по задаче, и поддерживающие конструкции, которые могут быть сняты без нарушения структурной целостности ракеты;

f. *возвращаемое оборудование (например, парашюты), которое может быть снято без нарушения структурной целостности ракеты.*
g. *Поддерживающие конструкции и механизмы размещения боевого оснащения, которые могут быть сняты без нарушения структурной целостности ракеты.*

«Производство»
Означает все стадии производства, такие как:
- технология производства
- изготовление
- компоновка
- сборка (монтаж)
- проверка
- испытания
- обеспечение качества

«Производственное оборудование»
Означает инструменты, шаблоны, приспособления, оправки, формы, штампы, крепления, юстировочные механизмы, испытательное оборудование, другое машинное оборудование и его компоненты, перечень которых ограничивается специально спроектированными или модифицированными для «разработки» или для осуществления одной или нескольких стадий «производства».

«Производственные мощности»
Означают «производственное оборудование» и специально разработанное для него «программное обеспечение», объединенные в одно целое для «разработки» или для осуществления одной или нескольких стадий «производства».

«Программы»
Последовательность команд для выполнения или преобразования какого-либо процесса в форму, подлежащую исполнению компьютером

«Радиационно-стойкое»
Означает оборудование или его элементы, разработанные или аттестованные как способные выдерживать уровни радиации, соответствующие общей дозе радиационного облучения 5×10^5 рад (СИ) или превышающие ее.

«Дальность»
Максимальное расстояние, которое конкретные ракета или атмосферный беспилотный летательный аппарат способны преодолеть в режиме устойчивого полета, измеренное по проекции их траектории на земную поверхность.

Технические примечания:

1. *при определении «дальности» должны учитываться максимальные возможности, основанные на проектных характеристиках системы при полной заправке ракетным топливом или горючим.*
2. *«дальность» для ракет и беспилотных летательных аппаратов должна определяться независимо от каких-либо внешних ограничивающих факторов, например факторов, связанных с условиями применения (эксплуатации), характеристиками телеметрии и линий связи или другими внешними факторами.*

3. *для ракет «дальность» следует определять, используя наиболее оптимальную траекторию полета в условиях стандартной атмосферы, принятой Международной организацией гражданской авиации, при нулевом ветре.*
4. *«Дальность» БЛА следует определять как расстояние при полете в одном направлении на наиболее экономичном по расходу топлива режиме (на оптимальной скорости и высоте) в условиях стандартной атмосферы, принятой Международной организацией гражданской авиации, при нулевом ветре.*

«Программное обеспечение»
Набор из одной или более «программ» или «микропрограмм», записанных на любом материальном носителе.

«Технология»
Означает специальную информацию, которая требуется для «разработки», «производства» или «использования» какой-либо продукции. Информация может принимать форму «технических данных» или «технической помощи».

«Техническая помощь»
Может принимать такие формы, как:
- инструктаж
- повышение квалификации
- обучение
- передача производственного опыта
- консультационные услуги

«Технические данные»
Может принимать такие формы, как:
- светокопии
- чертежи
- диаграммы
- модели
- формулы
- технические проекты и спецификации
- руководства пользователя и инструкции в письменном виде или записанные на других носителях, таких, как:
  - диск
  - лента
  - постоянные запоминающие устройства

«Использование»
Означает:
- эксплуатацию
- монтажные работы (включая установку по�месту)
- техническое обслуживание
- ремонт
- капитальный ремонт
- обновление

3. Терминология

Там, где нижеследующие термины используются в тексте, их следует понимать так, как это объясняется ниже:

(a) «Специально разработанное» — относится к оборудованию, запасным частям, составным элементам или «программному обеспечению», которые в результате «разработки» имеют уникальные характеристики, делающие их пригодными для определенных, заранее установленных целей. Например, единица оборудования, которая «специально разработана» для использования в ракете, будет рассматриваться только в этом качестве, если не имеет другой функции или иного применения. Таким же образом единица обрабатывающего оборудования, которая «специально разработана» для производства элемента определенного вида, будет рассматриваться только в этом качестве, если она не способна производить элементы других видов.

(b) «Разработанное или модифицированное» — относится к оборудованию, запасным частям и составным элементам, которые в результате «разработки» или модификации имеют определенные характеристики, делающие их пригодными для конкретного применения. «Разработанные или модифицированные» оборудование, запасные части, составные элементы или «программное обеспечение» могут иметь другое применение. Например, насос с титановым покрытием, разработанный для ракеты, может быть использован для работы с другими агрессивными жидкостями, помимо ракетных топлив.

(c) «Используемое в», «используемое для», «используемое как» или «способное» — относятся к оборудованию, запасным частям, составным элементам, материалам или «программному обеспечению», которые пригодны для конкретной цели. Нет необходимости задавать конфигурацию, модифицировать или заранее определять характеристики оборудования, запасных частей, составных элементов или «программного обеспечения» для выполнения конкретной цели. Например, любая запоминающая схема военного назначения будет «способна» функционировать в системе наведения.

(d) «Модифицированное» — применительно к «программному обеспечению» описывает такое «программное обеспечение», которое было намеренно изменено таким образом, что оно приобрело свойства, которые делают его пригодным для конкретных целей или применения. Эти свойства могут также делать его пригодным для иных целей или применения, чем те, для которых оно было «модифицировано».

Категория I – Раздел 1

Законченные средства доставки

Категория I – Раздел 1. Законченные средства доставки

1.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

1.A.1. Законченные ракетные системы (включая баллистические ракеты, ракеты-носители и исследовательские ракеты), способные доставлять «полезную нагрузку» не менее 500 кг на «дальность» не менее 300 км

Характер и назначение: Законченные ракетные системы – это автономные летательные аппараты, которые несут собственный запас топлива и окислителя и разгоняют «полезные нагрузки» до высокой скорости. У многих систем после прекращения работы двигателя «полезная нагрузка» продолжает движение по преимущественно пассивной баллистической траектории и либо выводится на орбиту, либо направляется к цели на Земле. В зависимости от «дальности» и траектории полета, ракета может или не может выходить за пределы атмосферы.

- Бразилия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Корея
- Сирия
- Соединенное Королевство
- Канада
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Испания
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Законченные ракетные системы обычно состоят из четырех элементов: (1) «полезная нагрузка» или боеголовка; (2) силовая установка, разгоняющая «полезную нагрузку» до требуемой скорости; (3) система наведения и управления, ведущая ракету по запрограммированной траектории к заранее установленному месту назначения (однако, не все ракеты управляются); и (4) цельная структура, вмещающая все элементы.

При рассмотрении систем, относящихся к этому разделу, нужно принимать во внимание возможность обмена между «полезной нагрузкой» и «дальностью». Эта неотъемлемая возможность может значительно отличаться от спецификаций изготовителей или предполагаемой эксплуатационной концепции.

Метод эксплуатации: Законченные ракетные системы и подсистемы проверяются на эксплуатационную готовность до запуска, а план полета или траектория программируются в компьютер системы наведения, который управляет ракетой и наводит ее, поддерживая правильную траекторию. Полным временем полета, скоростью возвращения и «дальностью» ракетных систем можно управлять посредством изменения траектории.

Баллистические ракеты проходят три главные стадии полета: «стадия разгона / набора высоты»; «стадии неактивного участка полета»; и «стадия подлета к цели». На стадии разгона / набора высоты жидкое или твердое топливо создает тягу для запуска ракеты, которая впоследствии ускоряется до своей максимальной скорости. Ракеты с большей «дальностью» обычно имеют многоступенчатую стадию разгона / набора: каждая ступень прекращает создавать тягу после расхода своего топлива или когда она больше не нужна, затем она отделяется от остальной части ракеты и включается следующая ступень.


Рисунок 1. Запуск ракеты-носителя. (ULA – Carleton Bailie)

Во время стадии «неактивного участка полета» ракета движется по инерции до точки возвращения в атмосферу. В начале этой стадии ракета продолжает набирать высоту до апогея. Если ракета несет разделяющиеся боеголовки, они обычно отделяются или выбрасываются на этой стадии. Некоторые боеголовки могут не выбрасываться практически до самого момента возвращения ракеты в атмосферу, также в некоторых случаях «полезная нагрузка» остается прикрепленной к корпусу ракеты при ее возвращении в атмосферу.

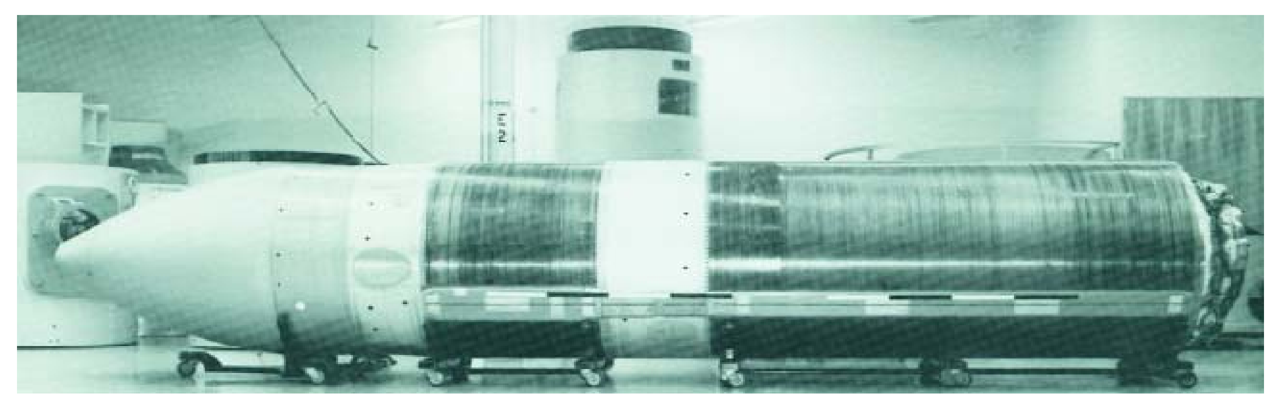
При отделении боеголовки она переносится внутри головной части (ГЧ). ГЧ переносится в составе «полезной нагрузки», которая может включать разделяющиеся боеголовки и ГЧ. На ракетах, оборудованных разделяющимися головными частями индивидуального наведения (РГЧ ИН), каждая ГЧ переносится блоком разведения, у которого есть собственная двигательная установка для перемещения в пространстве и запуска каждой ГЧ к назначенной цели.

К «стадии подлета к цели» относится участок траектории ракеты или боеголовок после возвращения в атмосферу (ниже высоты 120 км).

Нужно отметить, что хотя для некоторых систем могут быть указаны пороговые значения «полезной нагрузки» и/или «дальности», которые находятся ниже минимально требуемых для этой категории 300 км и 500 кг, можно пожертвовать «полезной нагрузкой» ради увеличения «дальности» или «дальностью» ради увеличения «полезной нагрузки», увеличивая или уменьшая количество переносимого топлива, или посредством других модификаций. Это может привести к выходу параметров рассматриваемого устройства за пределы спецификаций изготовителя или предполагаемой эксплуатационной концепции.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. Ракеты-носители и исследовательские ракеты используются для вывода спутников на орбиту или для сбора научной информации в верхних слоях атмосферы, соответственно. Существенное различие между такими системами и наступательными баллистическими ракетами заключается в их «полезной нагрузке» и предполагаемом использовании. После включения вооружения в состав «полезной нагрузки», а также при добавлении различных алгоритмов наведения, ракеты-носители и исследовательские ракеты могут использоваться как баллистические ракеты. Фактически, многие ракеты-носители были разработаны на основе эксплуатируемых баллистических ракет и у них есть много общих элементов.

Другие области применения. Нет данных


Рисунок 2. Запущенная с подводной лодки твердотопливная баллистическая ракета. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Внешний вид (заводской). Законченные ракетные системы – это большие, длинные, узкие цилиндры. Типичные размеры этих систем после сборки обычно составляют не менее 8 м в длину, 0,8 м в диаметре, а вес – 5000 кг с полной загрузкой топлива. Фотографии некоторых типичных баллистических ракет, ракет-носителей и исследовательских ракет приведены на рисунках 1, 2 и 3. На рисунке 4 приведен развернутый вид условной баллистической ракеты, показывающий ряд элементов, управляемых в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиям.

На переднем конце (носу) обычно есть конический, эллиптический или выпуклый обтекатель, в котором располагается «полезная нагрузка», и который соединен с цилиндрическим корпусом, несущем топливо. Затупленная кормовая часть имеет прямую, конически расширяющаюся или симметрично оребренную форму для обеспечения стабильности при запуске и полете в атмосфере. В корпусе ракетной системы располагается ракетный двигатель (или двигатели), обеспечивающий тягу. Поверхность ракетной системы обычно изготовляется из металлических или композиционных материалов с теплопоглощающими материалами или защитными покрытиями. В зависимости от предполагаемого использования, некоторые поверхности могут не подвергаться окончательной обработке.

Внешний вид (комплектный). Законченная ракетная система редко упаковывается в полной сборке для отправки от изготовителя к пункту использования или хранения. Вместо этого, главные подсистемы отправляются в ящиках или запечатанных металлических контейнерах к сборочному предприятию, расположенному около места запуска, где они собираются, проверяются на эксплуатационную готовность и устанавливаются для вертикального запуска. Исключения составляют мобильные баллистические ракеты, которые могут храниться в полностью собранном виде в горизонтальном положении в мобильной транспортно-пусковой установке (ТПУ) и по требованию перемещены в пункт запуска.





Рисунок 3. ***Слева:*** **Аппарат запуска спутника (ISRO).** ***Справа:*** **Дорожная-мобильная, твердотопливная, межконтинентальная баллистическая ракета (МБР) шахтного базирования с одной боеголовкой. (Максим Шипенков/AFP/Getty Images)**

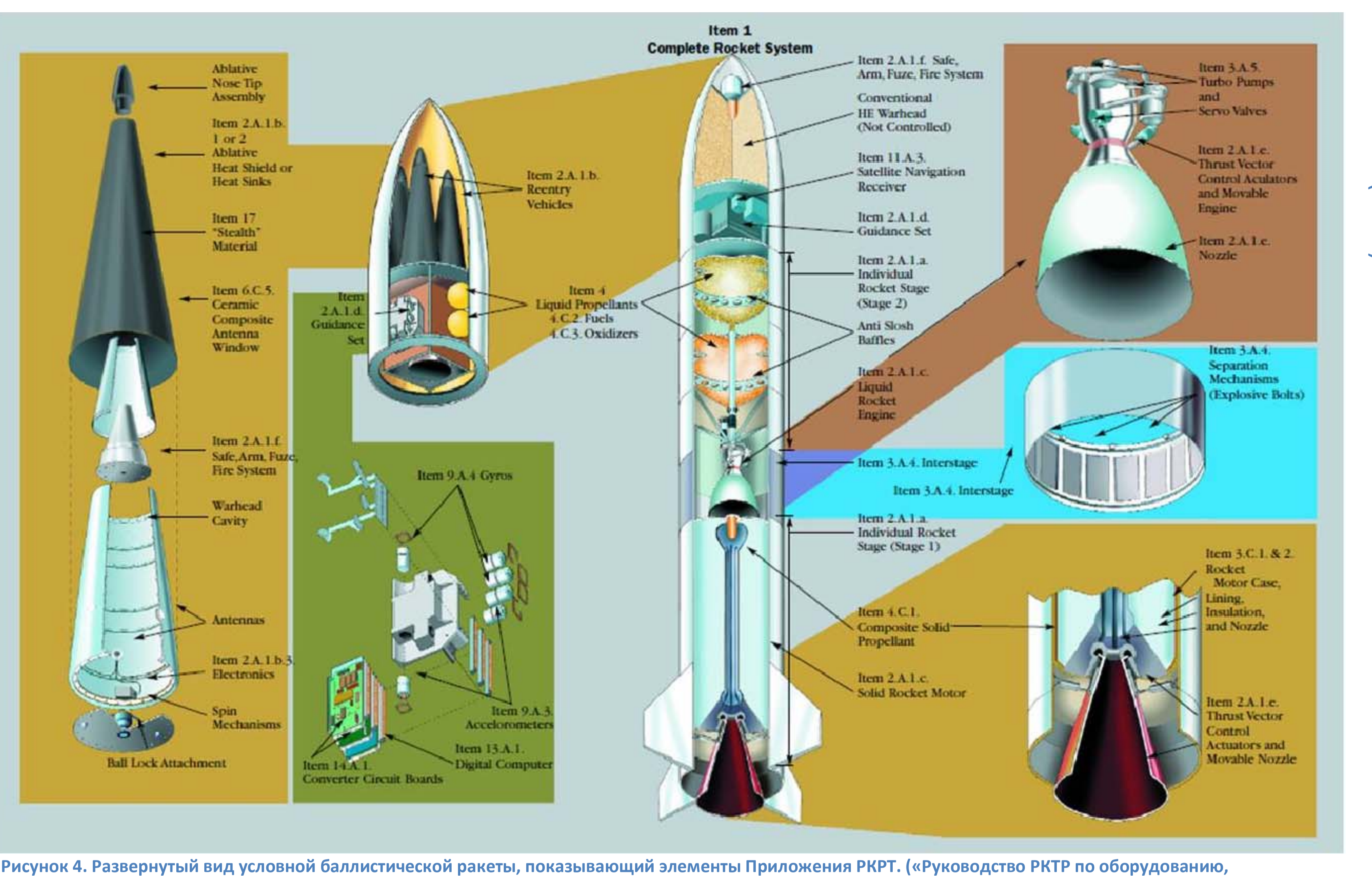


Рисунок 4. Развернутый вид условной баллистической ракеты, показывающий элементы Приложения РКРТ. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

1.A.2. Законченные атмосферные беспилотные летательные аппараты (включая крылатые ракеты, радиоуправляемые самолеты-мишени и радиоуправляемые разведывательные самолеты), способные доставлять «полезную нагрузку» не менее 500 кг на «дальность» не менее 300 км

- Австралия
- Китай
- Франция
- Германия
- Израиль
- Пакистан
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Беспилотные летательные аппараты (БЛА) обычно являются аппаратами с воздушно-реактивным двигателем, которые для полета используют аэродинамическую подъемную силу (таким образом, вся миссия выполняется в пределах земной атмосферы). БЛА обычно приводятся в действие небольшими турбинными двигателями или двигателями внутреннего сгорания, которые приводят в движение свободные или туннельные воздушные винты, либо же небольшими реактивными двигателями (некоторые из этих двигательных установок описываются в разделе 3 Приложения РКРТ); радиоуправляемые самолеты обычно летают на скоростях между 360 км/ч и 640 км/ч, в то время как крылатые ракеты обычно работают на высоких, дозвуковых скоростях (менее 900 км/ч).

При рассмотрении систем, относящихся к этому разделу, нужно принимать во внимание возможность обмена между «полезной нагрузкой» и «дальностью». Эта неотъемлемая возможность может значительно отличаться от спецификаций изготовителей или предполагаемой эксплуатационной концепции.

Некоторые из БЛА, описанных в этом разделе РКРТ, являются большими системами, способными к эксплуатации на высотах до приблизительно 20 000 м, обладающими продолжительностью полета между 24 и 48 часами и максимальным взлетным весом между 2500 кг и 12 500 кг. Эти БЛА могут упоминаться как высотные БЛА с большой продолжительностью полета (HALE). Некоторые средневысотные БЛА с большой продолжительностью полета (MALE) включены также в раздел 1.A.2.

Существуют различные определения крылатых ракет, которые могут летать на большой высоте или вблизи земли. Другие БЛА могут быть (и были) перестроены для переноса боеголовок и нападения на цели, таким образом являясь фактически крылатыми ракетами в этой конкретной миссии. Иногда они имеют сходные с крылатыми ракетами двигатель, внешний вид и способность получения и передачи данных и команд в полете. Существенное различие между крылатыми ракетами и другими БЛА заключается в том, что последние разрабатываются для многоразового использования. Поскольку другие БЛА разрабатываются как возвращаемые из миссий, у них обычно есть много общих черт с пилотируемыми летательными аппаратами, такие как механизмы безопасного приземления и большие крылья, предназначенные для поддержания высоты и увеличения продолжительности полета.



Рисунок 5. Высотный БЛА с большой продолжительностью полета (HALE). (ВВС США)

Фундаментальное различие между крылатыми и баллистическими ракетами состоит в высоте полета. Крылатые ракеты летают в пределах нижних слоев атмосферы (ниже 30 км), используя аэродинамическую подъемную силу для набора и поддержания высоты. Они обычно дешевле и меньше баллистических ракет, которые выводятся ракетными двигателями на суборбитальный баллистический путь, с возможностью наведения обычно только на стадии подъема. Их запуск легче обнаружить, чем запуск крылатой ракеты. Существуют баллистические ракеты, у которых есть общие черты с крылатыми ракетами, такие как возможность дополнительного наведения во время полета или на более низких траекториях, но они обычно значительно выше максимальной высоты крылатых ракет - 30 км.

Нужно отметить, что хотя для некоторых систем могут быть указаны пороговые значения «полезной нагрузки» и/или «дальности», которые находятся ниже минимально требуемых для этой категории 300 км и 500 кг, можно пожертвовать «полезной нагрузкой» ради увеличения «дальности» или «дальностью» ради увеличения «полезной нагрузки», увеличивая или уменьшая количество переносимого топлива, или посредством других модификаций. Это может привести к выходу параметров рассматриваемого устройства за пределы спецификаций изготовителя или предполагаемой эксплуатационной концепции.

Метод эксплуатации: Большие беспилотные авиационные комплексы (БАК) состоят из летательного аппарата (обычно оборудованного несколькими типами «полезных нагрузок», включая датчики), укомплектованного бортовой радиоэлектронной аппаратурой и каналами связи, а также наземной части, состоящей из аппаратуры управления полетом (АУП) и устройства запуска и посадки (LRE), обслуживаемые командой наземного персонала, размер которой зависит от сложности и числа систем, требующих вмешательства человека.

Платформа БЛА может быть создана на основе летательного аппарата, специально разработанного для беспилотного полета, или может являться модификацией пилотируемого летательного аппарата (самолета или вертолета). В зависимости от способа взлета БЛА, летательный аппарат может быть укрыт и запущен из множества мест, включая грубые взлетно-посадочные полосы, морские судна или стандартные аэропорты.



Рисунок 6. БЛА, вооруженный ракетами класса воздух-земля. (General Atomics Aeronautical Systems, Inc.)

БЛА может управляться бортовой навигационной системой и лететь по запрограммированному пути по точкам маршрута. В качестве альтернативы, курсом БЛА можно управлять в полете с помощью команд от наземной системы, переданными через бортовой канал связи. Наземные станции БЛА включают систему управления полетом (обычно это пульт управления с рукояткой), ряд мониторов и записывающее оборудование. Тем временем, бортовая система управления полетом поддерживает управляемость полета БЛА, регулируя плоскости управления для поддержания заданного курса полета.

Крылатые ракеты используют аэродинамическую подъемную силу и летят в пределах плотных слоев атмосферы (ниже 30 км или 100 000 футов) и могут изменять направление или высоту в любой точке траектории их полета. Эти характеристики – эксплуатационная высота и маневренность – являются важнейшими различиями между крылатыми и баллистическими ракетами. Однако, как и у баллистических ракет, у крылатых ракет есть три стадии полета – стадия подъема, стадия крейсерского полета и стадия подлета к цели. Скорость на стадии крейсерского полета может изменяться от 0,5 М (170 м/с на уровне моря) до 2,5 М (850 м/с на уровне моря или 740 м/с на высоте 15 км).

Крылатая ракета может быть запущена с наземных транспортных средств, обычно называемых транспортно-пусковыми установками (ТПУ), с судов, подводных лодок или с самолета. При запуске с земли и моря крылатые ракеты будут использовать маленькие ракетные ускорители для запуска из их транспортно-пусковых контейнеров и разгона до скорости полета.

Крылатые ракеты могут лететь несколькими траекториями и часто пролетать по предварительно запланированным для миссий маршрутам, разработанным специально для подавления оборонительных сооружений с учетом маскирующих свойств местности или с обходом этих сооружений, а также со все большим использованием технологии «стелс». Большинство крылатых ракет содержит систему датчиков, которая ведет их к целям с учетом рельефа местности или сигнатуры цели. Крылатые ракеты все более используют инерционные навигационные системы, обновленные спутниковыми навигационными приемниками в дополнение к (или вместо) системам навигации по рельефу местности, что позволяет приблизить их к цели, где терминальный датчик активизируется для наведения на цель. Различные типы датчиков используются для обнаружения отличительных сигнатур цели или для определения соответствия запрограммированных эталонных отображений району цели. После попадания в цель боеголовка крылатой ракеты взрывается или, если она оборудована ими, разбрасываются малокалиберные боеприпасы.



Рисунок 7. Действующая крылатая ракета на контрольно-испытательном стенде; показан ее носовой обтекатель, модифицированный для снижения отражения радиолокационного сигнала и улучшения аэродинамических характеристик. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. Хотя БЛА изначально применялись в основном для разведывательных операций, сейчас технологический прогресс позволяет БЛА нести намного большие «полезные нагрузки» на большие расстояния в течение длительных промежутков времени. Следовательно, многие БЛА теперь разрабатываются главным образом как многоцелевые системы, способные выполнять множество рабочих функций, включая: разведку, наблюдение и рекогносцировку (ISR); идентификацию цели; научное исследование и боевые операции / поставка оружия.

Крылатые ракеты обычно используются для доставки «полезных нагрузок» оружия на расстояние между 300 км и 5500 км.

Другие области применения. Нет данных

Внешний вид (заводской). БЛА, включая радиоуправляемые самолеты-мишени и разведчики, часто похожи на самолеты без кабин для пилотов. Внешний вид больших БЛА разнообразен из-за конкретных выполняемых ими ролей, но у большинства из них есть общие черты, включая большой (и часто с большим удлинением) размах крыла между 20 м и 40 м и характерные купола спереди фюзеляжа, где располагается бортовая радиоэлектронная аппаратура и электрические детали, включая спутниковую коммуникацию антенну (SATCOM), антенну приемопередатчика прямой видимости, навигационные инструменты и глобальную систему позиционирования (GPS). У вооруженных БЛА обычно есть внешние узлы крыльевой подвески для транспортировки «полезной нагрузки».

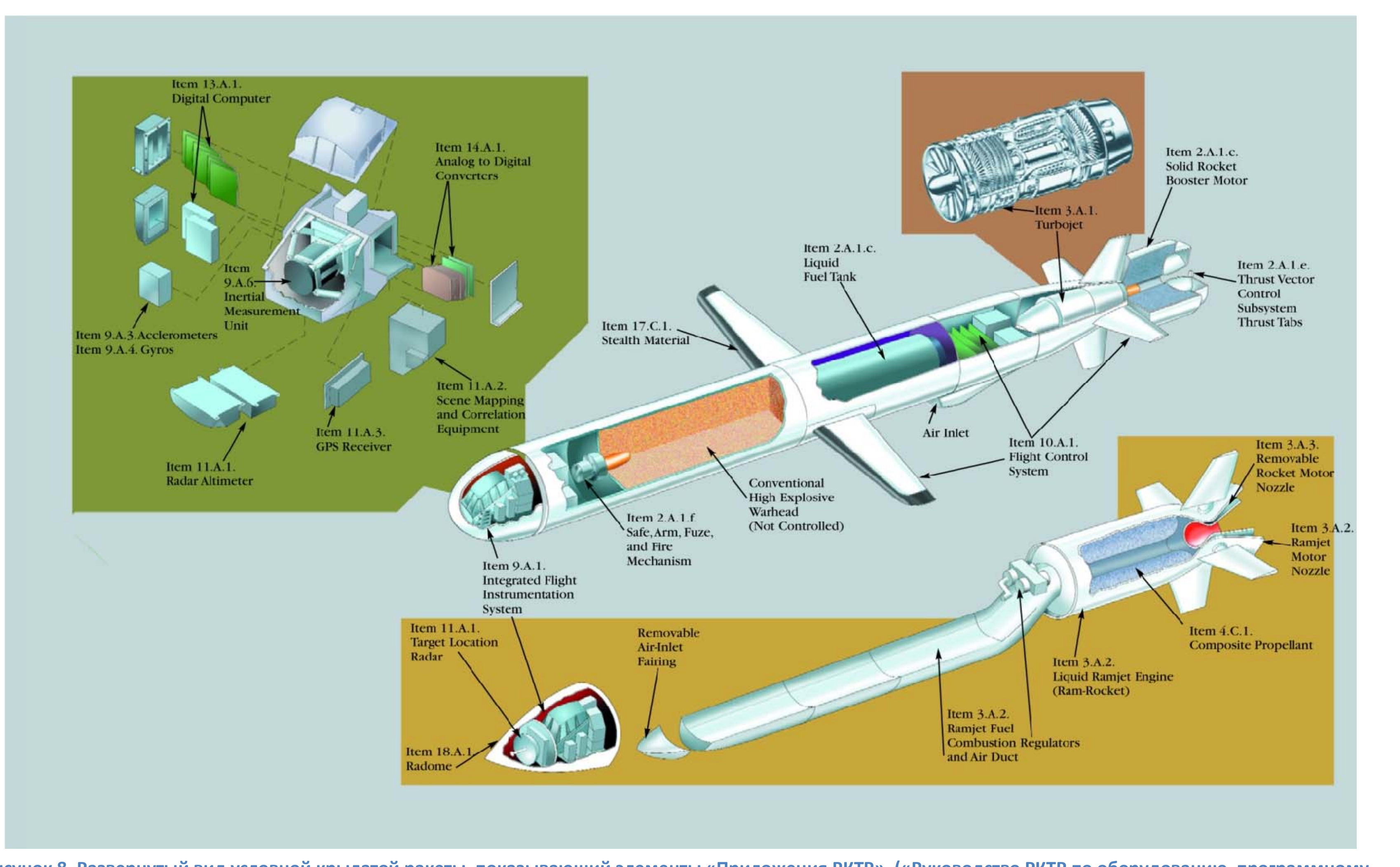


Рисунок 8. Развернутый вид условной крылатой ракеты, показывающий элементы «Приложения РКТР». («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Законченные системы БЛА, описанные в этом разделе, также могут включать пилотируемые летательные аппараты, модифицированные и для автономного полета для пилотирования по необходимости. Такие системы обычно сохраняют кабину, которая во время полета пуста или заполняется электронным оборудованием или «полезной нагрузкой».

Крылатые ракеты обычно имеют цилиндрическое или коробчатое поперечное сечение и относительное удлинение (отношение длины к диаметру) между 8 к 1 и 10 к 1. У большинства из них есть несущая поверхность или крылья, а также управляемый стабилизатор в хвосте (у некоторых есть элероны на крыльях и/или «утках»), хотя форма и размер этих поверхностей сильно зависят от предполагаемого режима полета и «полезной нагрузки». Отделка или покрытие крылатых ракет часто матовые для осложнения их обнаружения, а новые разработки могут включать специальные геометрические поверхности для снижения отражения радиолокационного сигнала. Большинство этих особенностей типичной крылатой ракеты показаны на рисунке 8.



Рисунок 9. Сгенерированное компьютером изображение запускаемой в воздухе крылатой ракеты. (Компания Боинг)

Внешний вид (комплектный). БЛА, включая крылатые ракеты, изготовляются в виде деталей или секций в разных местах и разными изготовителями, а затем собираются на военном или гражданском производственном объекте. Габариты этих секций варьируются в размере и весе от менее 10 кг и 0,03 м^3 до 150 кг и 0,1–1 м^3 или больше в зависимости от класса БЛА.

Большие БЛА могут быть разобраны, погружены и отправлены в прочных картонных контейнерах; секции среднего размера требуют прочных деревянных ящиков. Крылья больших БЛА отделяются от фюзеляжа и каждая секция упаковывается отдельно для отправки в грузовике, железнодорожном транспорте или грузовом самолете.

Большинство крылатых ракет отправляется в полностью собранном виде в экологически герметичных металлических контейнерах, которые могут также служить пусковыми трубами. Их крылья часто складываются внутри или вдоль корпуса ракеты, а хвостовые стабилизаторы – на продольных петлях для размещения ракеты в пусковом контейнере или на платформе запуска, а после запуска развертываются для управления ракетой.

1.B. Испытательное и производственное оборудование

1.B.1. «Производственные мощности», специально разработанные для систем, указанных в позиции 1.A

- Аргентина
- Канада
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Северная Корея
- Российская
- Федерация
- Южная Корея
- Швейцария
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Швеция
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Специально разработанные производственные мощности включают все спецоборудование, используемое в производстве законченных ракетных систем БЛА. Существует много разных видов специально разработанного для таких ракет производственного оборудования, которое при объединении в установки для разработки или производства образовывают производственные мощности. Одним из наибольших аппаратов в таких производственных мощностях являются сборочные стенды и крепления, используемые для обеспечения надлежащего выравнивания отдельных ракетных компонентов во время сборки. В процессе производства активно используются пресс-формы, штампы и оправки. Они разрабатываются для конкретных производственных процессов и обычно уникальны для отдельной части или компонента.

Метод эксплуатации: Сборочные стенды и крепления используются для получения, поддержки, выравнивания и сборки отдельных ракетных компонентов, включая емкости для топлива и окислителя, корпуса двигательных установок и двигатели в сборке. Мостовые краны используются для перемещения ракетных компонентов из транспортировочных контейнеров и грузовых тележек на сборочный стенд. Инструменты лазерного выравнивания иногда встраиваются в крепления для обеспечения точности подгонки, а также по мере необходимости во время процесса сборки используется электрическое и электронное испытательное оборудование для функциональных и эксплуатационных испытаний.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. Производственные мощности используются для сборки законченной ракетной системы из сборочных узлов и составных частей. В конце каждого шага производства выполняется механическая и электрическая подгонка, а также производятся функциональные испытания для проверки готовности собранного устройства к следующему шагу. После сборки ракеты и прохождения всех производственных испытаний она может быть разобрана с использованием предусмотренных для этого точек разъединения корпуса. Эти отделенные ракетные компоненты загружаются в отдельные контейнеры или ящики для отправки на объект для длительного хранения или к месту боевого запуска для заключительной повторной сборки и использования. Однако БЛА, включая крылатые ракеты, обычно отправляются в полностью собранном виде в боевую часть (в зависимости от типа платформы запуска) или на склады для длительного хранения.

Другие области применения. Сборочные стенды и крепления обычно являются одноцелевыми устройствами, разработанными для производства одного типа ракетной системы или БЛА. Обычно непрактично изменять их для другого применения.

Внешний вид (заводской). Сборочные стенды и крепления, используемые в производстве ракетных систем (как на рисунке 10), обычно являются большими и тяжелыми сооружениями. Их полная длина и ширина обычно примерно на 20–30% больше ракетной системы для сборки которой они разработаны. Их вес же может насчитывать сотни или даже тысячи фунтов.





Рисунок 10. *Слева:* Ракета-носитель на сборочном стенде. (Korea Times) *Справа:* Модульное зажимное приспособление, поддерживающее крылатую ракету при окончательной сборке.

Внешний вид (комплектный). Сборочные стенды и крепления для больших ракет часто слишком велики и тяжелы для упаковки и отправки на завод-производитель в собранном виде. Вместо этого их составные части отправляются раздельно в больших ящиках или закрепляются на поддонах для локальной сборки. Они надежно закрепляются в ящике для ограничения движения и предотвращения повреждения. Сборные стенды меньшего размера при отправке могут быть индивидуально упакованы в ящики или на поддоны. Большие заводы могут производить сборочные стенды и крепления на месте в виде части полного производственного объема работ.

Дополнительная информация. Сборочные стенды и крепления, построенные для получения и сборки ракетных компонентов в горизонтальном положении, требуют фасонные поверхностные подкладки или ролики для поддержки цилиндрических частей корпуса с минимальной деформацией. Системы сборки ракет, которые используются для сборки ракет в вертикальном положении, требуют меньшего количества креплений корпуса, но им необходим достаточный допуск по высоте в пределах здания для свободного соединения компонентов и перемещения полностью собранной ракеты. Главными компонентами сборочных стендов и креплений являются стандартные строительные стальные конструкции. Их размер и мощность определены требованиями обеспечения крепления и поддержки при выравнивании больших и тяжелых ракетных компонентов во время сборки.

Сборочные стенды и крепления обычно собираются путем сварки или скрепления болтами больших стальных пластин и двутавровых балок или трубчатых элементов на полу здания сборки ракет. В некоторых случаях эти крепления строятся на свободных платформах, не прикрученных болтами к полу; такие платформы изолируют структуру от колебаний, которые могут привести к отклонению от соосности прицельных опорных точек. Устройства контроля точности используются для обеспечения правильного выравнивания.

1.C. Материалы

Нет.

1.D. Программное обеспечение

1.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» «производственных мощностей», указанных в позиции 1.B

- Аргентина
- Канада
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Программное обеспечение производственного объекта варьируется от алгоритмов числового управления, которые используются для формирования и сверления компонентов корпуса двигательной установки, до программного обеспечения, управляющего смешиванием компонентов ракетного топлива и операциями передачи управления. Объекты непрерывной обработки топлива требуют точного измерения относительно небольших количеств специализированных компонентов, таких как модификаторы скорости горения, во время смешивания и транспортировки топлива в корпуса двигательной установки.

Метод эксплуатации: Программное обеспечение обработки хранится в памяти компьютеров контроля за производством. Это специализированное программное обеспечение обычно разрабатывается для выполнения одной задачи, но один или более модулей могут быть переписаны для изготовления других продуктов. Программное обеспечение обработки объединяет информацию с датчиков из множества источников с аналоговыми или цифровыми системами управления для поддержания оптимального производственного потока.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. Программное обеспечение производственного объекта устанавлено на компьютерах, подключенных к датчикам оборудования числового управления и/или другой автоматике, используемой в производстве ракетных компонентов. Ни один из видов этого программного обеспечения не разрабатывается для использования на компьютере ракеты.

Другие области применения. Программное обеспечение, которое используется на объектах производства ракет, может также использоваться (с модификациями) для управления потоком жидкости на несвязанном с ракетным производством объекте, при изготовлении автомобилей или для управления другими производственными процессами, в которых необходимы точные и повторяемые действия.

Внешний вид (заводской). Обычно программное обеспечение, используемое в производстве, является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Это программное обеспечение и данные могут содержаться на любых обычных носителях информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документацию.Любые обычные носители информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация могут содержать это программное обеспечение и данные.



Рисунок 11. Программное обеспечение на компьютерном диске, кассетной ленте и в печатном виде. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

1.D.2. «Программное обеспечение» для координации функционирования более чем одной подсистемы, специально разработанное или модифицированное для «использования» в системах, указанных в позиции 1.А

Внешний вид (комплектный). Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие программное обеспечение контроля за производством ракет, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на их использование, кроме случая, когда программное обеспечение запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение и документация могут быть переданы в электронном виде по компьютерной сети.

- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Португалия
- Южная Корея
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Программное обеспечение, которое обычно координирует функции множества ракетных подсистем, описанных в 1.А., обычно является программным обеспечением управления полетом. Бортовое программное обеспечение, установленное на бортовом компьютере, собирает информацию о скорости и положении, предоставленную системой навигации или наведения, и информацию обратной связи от системы управления, позволяя компьютеру вычислять и выдавать корректирующий сигнал системе управления полетом. Это программное обеспечение также определяет, когда выполнять другие действия в полете, такие как выключение двигателя, отделение ступеней и возвраща.

Метод эксплуатации: Бортовое программное обеспечение устанавливается на компьютере ракеты и проверяется до запуска. При отсчете времени перед запуском это программное обеспечение активируется и берет под свой контроль

процесс запуска, обычно с включением первой ступени. После отделения от всех сигнальных соединений стартовой платформы, ракета управляется этим программным обеспечением. Все сигналы положения или скорости, создаваемые навигационной системой, так же как сигналы обратной связи системы управления, посылаются бортовому компьютеру, который создает корректирующие сигналы для аппаратуры управления полетом. Проверяются давление в двигателе и общее состояние системы. Для ракетных систем двигательная установка выключается, когда выявляется достижение необходимой скорости и положения. Для баллистических ракет головная часть может быть отделена от корпуса летательного аппарата, когда сигналы взведения подтвержден боеголовкой.

Бортовое программное обеспечение БЛА управляет работой двигателя, выдает регулирующие команды системе управления полетом, основываясь на навигационной информации, и активизирует «полезную нагрузку» (съемочную камеру, оружие и т.д.)

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. Бортовое программное обеспечение используется и в законченных ракетных системах, и в БЛА (включая крылатые ракеты) для управления работой всех бортовых систем.

Другие области применения. Это программное обеспечение специально подготавливается для отдельных типов ракетных систем или БЛА и обычно не используется для других целей.

Внешний вид (заводской). Программное обеспечение, которое управляет более, чем одной подсистемой, и которое специально разработано или модифицировано для использования в системах, описанных в 1.A., обычно имеет вид компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Это программное обеспечение и данные могут содержаться на любых обычных носителях информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документацию.

Внешний вид (комплектный). Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие программное обеспечение, которое управляет более, чем одной подсистемой, и которое специально разработано или модифицировано для использования в системах, описанных в 1.A., ничем не отличаются от любых других носителей информации. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на их использование, кроме случая, когда программное обеспечение запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение и документация могут быть переданы в электронном виде по компьютерной сети.

1.E. Технология

1.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позициях 1.A, 1.B или 1.D

Характер и назначение: «Технология» для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», описанная в 1.A., 1.B. или 1.D., включает «техническую помощь» или «технические данные». «Техническая помощь» является предоставлением инструкций, навыков, обучения, практических знаний или консультационных услуг стране, разрабатывающей ракетные системы или БЛА. «Технические данные» включают – но не ограничивается ими – формулы, светокопии, технические отчеты или компьютерные базы данных «не относящиеся к открытым источникам». Цель «технологии» состоит в том, чтобы

предоставить конечным пользователям возможность развития отечественных средств «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», описанного в 1.A., 1.B. или 1.D.

Метод эксплуатации: «Технология» и «техническая помощь» доступны во многих видах. «Техническая помощь» может состоять из инструктажа, предоставленного человеком, который имеет опыт в одной или более областей, касающихся управляемых элементов (таких как жидкотопливные ракетные двигатели), который действует в качестве инструктора в аудитории, на (или возле) производственном или испытательном участке; или из использования консультационных услуг, которые специализируются на производстве аэрокосмических материалов и направлены на покупку правильных материалов и оборудования. Страна может получить «техническую помощь», посылая студентов в другие страны для посещения ими учебных курсов и получения практических навыков, необходимых для постройки систем категории I. Руководства и материалы, полученные во время обучения, могут относиться к «техническим данным».

Типичные области применения, относящиеся к ракетам. С редким исключением, «технология», требуемая для постройки ракетных систем, используется только в тех целях. Исследовательские ракеты, используемые в исследовании погоды, после незначительной доработки могут быть преобразованы в баллистические ракеты. «Технология», используемая в каждом таком устройстве, очень схожа.

Другие области применения. Некоторые «технологии», используемые для разработки, изготовления и испытания БЛА, могут быть применены в военной или коммерческой авиационной промышленности.

Внешний вид (заводской). Нет данных

Внешний вид (комплектный). Нет данных

Категория I — раздел 2

Законченные подсистемы, используемые для законченных средств доставки

Категория I — раздел 2: Законченные подсистемы, используемые для законченных средств доставки

2.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

2.A.1. Законченные подсистемы, используемые в системах, указанных в позиции 1.A: а. отдельные ступени ракет, используемых в системах, указанных в позиции 1.A

- Бразилия
- Египет
- Германия
- Иран
- Израиль
- Япония
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Сирия
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Китай
- Франция
- Ирак
- Индия
- Италия
- Ливия
- Пакистан
- Южная Корея
- Украина

Глобальное производство



Характер и назначение: Ракетная ступень обычно состоит из базовой конструкции, двигателя, топлива и нескольких элементов системы управления. Ракетные двигатели производят реактивную тягу, приводящую ракету в движение с помощью твердого топлива, которое после зажигания полностью выгорает, или жидкого топлива, которое сжигается в камере сгорания, куда подается питание из резервуаров высокого давления или при помощи насосов.

Метод эксплуатации: Сигнал запуска запускает воспламенитель в твердое топливо в самом нижнем (первая ступень) двигателе ракеты, либо жидкие топлива поставляются в камеру сгорания ракетного двигателя, где они реагируют, с помощью давления в резервуаре или насоса. Расширяющиеся высокотемпературные газы проходят на высоких скоростях через сопло в задней части ракетной ступени. Импульс выхлопных газов обеспечивает тягу для ракеты. От систем многоступенчатой ракеты отделяются более низкие ступени по мере того, как в них сгорает топливо, поэтому вес ракеты постепенно уменьшается. Таким образом достигается большая дальность по сравнению с одноступенчатыми ракетными системами подобного размера.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Ракетные ступени являются необходимыми компонентами любой ракетной системы. Ракетные ступени также используются для испытаний ракет и их составляющих.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Ступени твердотопливных ракетных двигателей представляют из себя цилиндры, обычно от 4 до 10 м в длину и от 0,5 до 4 м в диаметре, с обоих концов завершенные полусферами. На Рис. 1 показана установка ступени твердотопливного ракетного двигателя на ракете-носителе. На передней полусфере обычно располагается отверстие с резьбой или крышкой для вставки воспламенителя; к задней полусфере прикрепляется одно или несколько конических сопел. Цилиндры обычно производятся из высокопрочной тонколистовой стали, соединения намоточного волокна со смоляной матрицей или обоих перечисленных выше материалов, и могут

быть покрыты изоляционным материалом, таким как пробка или резиновое полотно. Поскольку эти ступени почти полностью заполнены эластичным топливом высокой плотности, они могут весить до 1 600 кг на м^3 от объема ступени.

Ступени ракетного двигателя жидкого топлива цилиндрические по форме и имеют полусферический купол на одном конце. Большая часть ступени жидкого топлива заполнена емкостями для топлива, резервуарами высокого давления, а также трубами и клапанами, соединяющими резервуары с двигателем. Сам двигатель устанавливается в задней части ступени и занимает всего 10%—15% от общей длины ступени, как показано на рисунке. Сопло или сопла конической формы присоединяются к задней части ступени при выходе камеры сгорания. Ступени ракетного двигателя жидкого топлива обычно делаются из тонких металлических листов с внутренними кольцами для обеспечения жесткости. Поскольку эти ступени пусты при доставке, они могут весить всего 240—320 кг на м^3 от объема ступени.

Рисунок 1: Установка ступени твердотопливного ракетного двигателя (выше) на ракете-носителе спутника. (Европейское агентство космических исследований)

Внешний вид (комплектный): Практически все ракетные ступени поставляются в контейнерах или креплениях, специально для них разработанных. Малые твердотопливные ракетные ступени могут поставляться в деревянных ящиках с внутренними креплениями и противоударными устройствами. Твердотопливные ракетные ступени большего размера чаще поставляются в специально разработанных металлических контейнерах, обычно цилиндрических по форме, и иногда содержащих нейтральную атмосферу. Очень большие ступени иногда просто обертываются защитным покрытием. Твердотопливные ступени должны соответствовать международным требованиям к поставке взрывчатых веществ и содержать соответствующие маркировки.

Ракетные ступени жидкого топлива поставляются тем же образом, что и твердотопливные ракетные ступени, или в специально разработанных креплениях без внешней упаковки. Поскольку они поставляются без топлива или пиротехнических средств, они могут транспортироваться, как обычные металлические изделия без каких-либо ограничений или предупредительных этикеток, и весить значительно меньше, чем твердотопливные ракетные ступени.





Рис. 2 *Слева:* Первая ступень МБР на жидком топливе. *Справа:* Транспортировочный контейнер для верхней ступени ракеты на жидком топливе. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

2.A.1.b. возвращаемые аппараты и разработанное или модифицированное для них оборудование, используемое в системах, указанных в позиции 1.A, исключая, согласно приводимому ниже примечанию к позиции 2.A.1, оборудование возвращаемых аппаратов, предназначенных для полезных нагрузок невоенного назначения:

1. теплозащита и ее элементы, изготовленные из керамических или абляционных материалов;

2. теплоизоляция и ее элементы, изготовленные из легких, имеющих высокую удельную теплоемкость материалов;

3. электронная аппаратура, специально разработанная для возвращаемых аппаратов;

- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Возвращаемые аппараты имеют корпуса конической формы с острым или тупым наконечником, в которых располагается ракетная «полезная нагрузка», или боеголовка, которая защищается от высокой температуры и вибрации, испытываемых при возвращении. Возвращаемые аппараты также транспортируют оборудование для взведения и подрыва, которое обеспечивает взрыв боеголовки при достижении цели. После выключения ракеты-носителя возвращаемые аппараты выпускаются из секции «полезной нагрузки» ракеты и падают на землю в баллистической траектории; вход в атмосферу выполняется на скоростях между 2 и 20 числа м, в зависимости от дальности. Некоторые возвращаемые аппараты, известные как маневрирующие головные части (или МГЧ), также транспортируют оборудование для управления и контрольно-измерительные приборы, которые позволяют им идти на цель или избегать средств обороны.

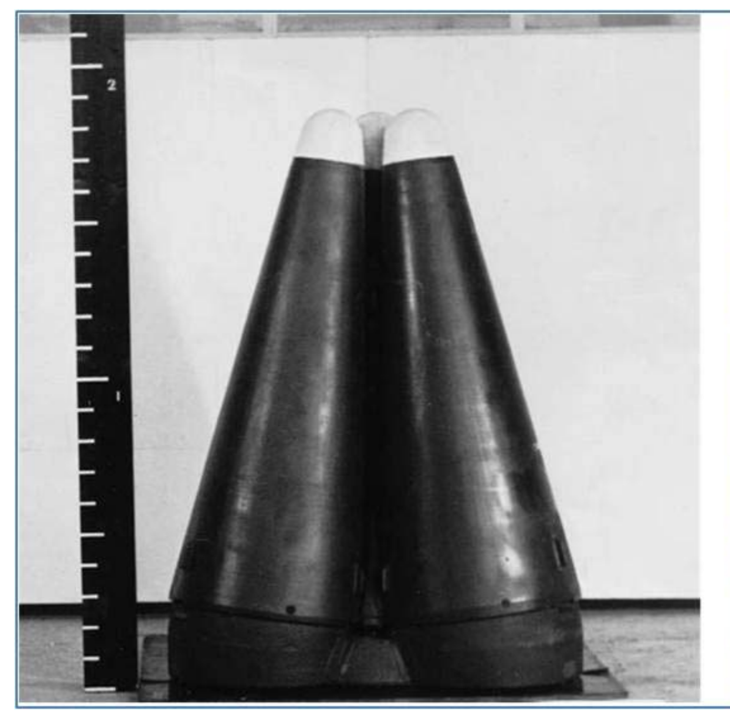




Рисунок 3: ***Слева:*** **Три современных возвращаемых аппарата, прикрепленных к монтажному фланцу. Маленькие ребра в кормовой части стабилизируют вращение возвращаемых аппаратов при возвращении в атмосферу.** ***Справа:*** **Современный возвращаемый аппарат на опорной переборке своей «полезной нагрузки». («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))**

Метод эксплуатации: Ракета может транспортировать один или несколько возвращаемых аппаратов в своей передней секции, или секции «полезной нагрузки». Если ракета транспортирует два или более возвращаемых аппаратов, она обычно покрывается коническим или заостренным кожухом-обтекателем или соплом-обтекателем, который покрывает всю секцию «полезной нагрузки» в верхней части ракеты. После отключения двигателя, кожух или обтекатель удаляется, и платформа, или средство передачи, транспортирующее возвращаемый аппарат, может последовательно ориентировать каждый возвращаемый аппарат и выпустить его. Переориентированные возвращаемые аппараты обычно вращаются вокруг их продольной оси, поэтому они возвращаются в атмосферу в гироскопической, стабильной, направленной к наконечнику ориентации и, таким образом, имеют большую целевую точность. Неориентируемые возвращаемые аппараты переворачиваются на своих траекториях, пока аэродинамические силы, действующие при возвращении, не стабилизируют их, сориентировав по направлению к наконечнику. Коническая поверхность наконечника и возвращаемого аппарата обычно покрываются теплозащитным материалом, чтобы противостоять высокой температуре при возвращении.

МГЧ, использующий наведение на конечном участке траектории, может при возвращении в атмосферу осуществить маневр сброса скорости, и затем сориентировать свой датчик на цель. МГЧ могут использовать поверхности управления, изменять аэродинамическую форму, изменять распределение веса, или использовать реактивные струи для улучшения точности или маневренности, непредсказуемыми для средств обороны способами.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Основная функция возвращаемого аппарата — обеспечить точность, тепловую и структурную защиту оружия, а также системы подрыва и взрыва оружия при возвращении.

Применение в других областях: Базовые конструкции возвращаемых аппаратов, предназначенных для военного использования, практически не применяются в невоенных целях. Некоторые компоненты возвращаемых аппаратов могут применяться в коммерческих целях, особенно в теплозащитных материалах, используемых в печах и двигателях, а также при производстве стали. Определенные конфигурации, подобные возвращаемым аппаратам, используются для возвращения пилотируемых космических кораблей, но они не разработаны для точности или возвращения в условиях, требуемых для комплекса боевых средств.

Внешний вид (заводской): Возвращаемые аппараты — это конические конструкции (или конструкции с несколькими коническими углами), обычно с полусферическим округленным наконечником. Основа или тыл аппарата может быть полусферической или тупой. В нескольких точках задней части конической поверхности могут прикрепляться ребрышки для аэродинамической стабильности. Коническая поверхность покрывается теплозащитным материалом часто естественного цвета (черный - в случае углеродных теплозащитных покрытий, коричневый или желтый - в случае кварцевых экранов) или окрашенным. Высокотехнологичные возвращаемые аппараты — это, как правило, длинные, тонкие конусы с острыми наконечниками (см. Рис. 4). Они могут иметь маленькие керамические вставки, служащие в качестве окон антенны в нескольких точках на конической поверхности.

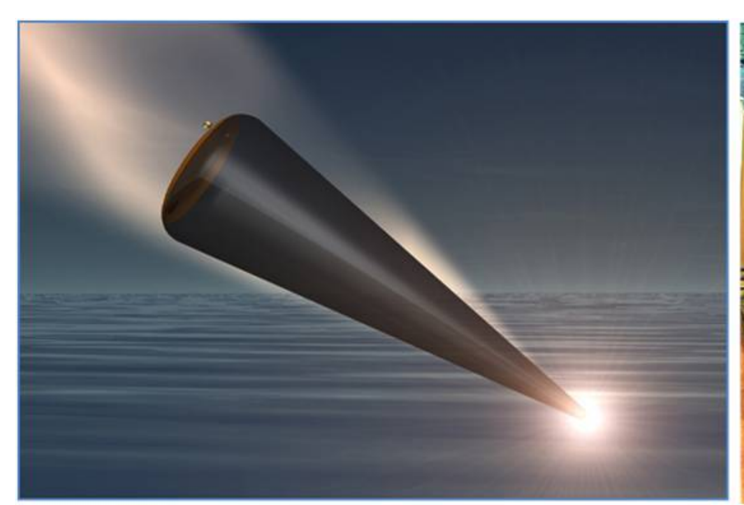




Рисунок 4: ***Слева:*** **Графическое изображение возвращаемого аппарата межконтинентальной баллистической ракеты (МБР). (Военно-воздушные силы США)** ***Справа:*** **Модели современного возвращаемого аппарата во время изготовления. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))**

Возвращаемые аппараты, предназначенные для ракет с несколькими боеголовками, обычно меньше 3 м в длину и 1 м в диаметре основы. Возвращаемые аппараты, используемые на ракетах, транспортирующих один боеприпас, часто имеют диаметр, равный диаметру высшей ступени, и обычно составляют 1—4 м в длину. Возвращаемые аппараты, включая содержимые боеприпасы, обычно весят от чуть менее 100 кг до приблизительно 1000 кг.

Базовая конструкция возвращаемого аппарата обычно производится в нескольких секциях для простоты установки оружия и полевого обслуживания. Передняя секция обычно содержит полное или частичное электронное оборудование для подрыва, средняя секция транспортирует боеприпас, а кормовая секция обычно содержит таймеры, дополнительную электронику системы взведения и систему вращения для возвращаемых аппаратов, которые запускаются вверх после выпуска с ракеты-носителя.

Внешний вид (комплектный): Секции возвращаемого аппарата обычно транспортируются вместе в специальных контейнерах, деревянных или стальных, которые по размеру незначительно превышают сам возвращаемый аппарат. Они ударостойки и закреплены в нескольких точках транспортировочного контейнера, среда внутри которого может контролироваться. В полевых условиях возвращаемые аппараты требуют особого обращения, поскольку они содержат боеприпасы. Они почти всегда транспортируются отдельно от ракеты-носителя и соединяются с ракетой-носителем только на стартовой площадке.

Теплозащитные экраны и теплоизоляция

Характер и назначение: Теплозащитные экраны и теплоизоляция — это облегающие, защитные покрытия на возвращаемых аппаратах. Их первичная цель состоит в том, чтобы защитить «полезную нагрузку» возвращаемого аппарата от разрушения высокими температурами, вызванными воздушным трением во время возвращения аппарата в атмосферу.

Метод эксплуатации: Теплозащитные экраны защищают возвращаемый аппарат и его «полезную нагрузку» путем абляции или изоляции. В случае абляции теплозащитный экран поглощает тепло, приводя к разложению или испарению его поверхности, что позволяет передать тепло в воздушный поток. Этот процесс обеспечивает сохранение низкой температуры нижних слоев, пока они в свою очередь не подвергнутся воздействию высоких температур. Теплоизоляция просто поглощает тепло при возвращении и таким образом уменьшает тепловой поток к «полезной нагрузке».

- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Теплозащита или теплоизоляция обеспечивают внешнее защитное покрытие для возвращаемых аппаратов и могут служить защитным кожухом. Их состав и толщина зависят от скорости возвращения в атмосферу, которая в свою очередь зависит от эксплуатационной дальности ракетной системы. Для дальности менее 1000 км в качестве теплоизоляции могут использоваться простые стальные обшивки. Для дальности более 1000 км требуются сложные теплозащитные экраны или более существенная теплоизоляция.

Применение в других областях: Теплозащита и ее компоненты используются в печах и двигателях. Оборудование для их производства также может применяться для изготовления композитных труб для бурения нефтяных скважин. Теплоизоляция и технологии производства широко применяются в разных отраслях, включая энергетику и электронику. Теплозащита или теплоизоляция, разработанные для возвращаемых аппаратов ракет, не используются в гражданской промышленности. Углеродный материал для теплозащиты также используется для обшивки сопел двигателей и изготовления дисковых тормозов.




Рисунок 5: Слева: Бериллиево-медная теплоизоляция. (Национальный музей атомных технологий) Справа: Теплозащита опытного образца для использования на аппаратах при возвращении с полета на лунную и нижнюю земную орбиту. (Боинг)

Внешний вид (заводской): Теплозащита и теплоизоляция обычно не отличаются по размеру и форме от защищаемых ими возвращаемых аппаратов. В некоторых случаях они покрывают только переднюю часть носового обтекателя возвращаемого аппарата. Размеры теплозащитных или теплоизоляционных покрытий ракет колеблются от 1 до 3 м в длину и составляют менее 1 м в диаметре. Экраны обычно конические или заостренные с острыми или округленными наконечниками. Они прикрепляются к возвращаемому аппарату или плотно прилегают к нему. На их поверхностях иногда видны соединения корпуса или окна антенны, установленные в одной или нескольких точках. Эти окна обеспечивают передачу радиолокационных или других радиоволн при возвращении.

Внешний вид (комплектный): Теплозащита, теплоизоляция ракет и их компоненты невелики и могут упаковываться в стандартные транспортировочные коробки или ящики для защиты от повреждений. Если теплозащита или теплоизоляция прикрепляются к возвращаемому аппарату, упаковка должна удерживать вес возвращаемого аппарата, чтобы защитить всю «полезную нагрузку» от ударов и вибрации, а также защитить теплозащитную поверхность от повреждений при транспортировке.

- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Электронная аппаратура, специально разработанная для возвращаемых аппаратов

Характер и назначение: Возвращаемые аппараты содержат различные виды электроники. Они должны иметь систему для предохранения, взведения, подрыва и взрыва боеголовки (система САФФ). Они могут также содержать радары, телеметрическое оборудование, датчики, системы наведения, компьютеры и защитные системы, такие как радарные станции активных помех и оборудование для выброса углеродных дипольных отражателей. Электроника возвращаемого аппарата характеризуется ее относительно небольшим размером и стойкости к высоким температурам, высокому ускорению и сильной вибрации, возникающим при возвращении в атмосферу. Кроме того, в возвращаемых аппаратах для ядерных боеголовок используются схемы, защищенные электромагнитным импульсом (ЭМИ), и «радиационно-стойкие» микросхемы, как описано в разделах 11. Е.1. и 18.А.1., соответственно.

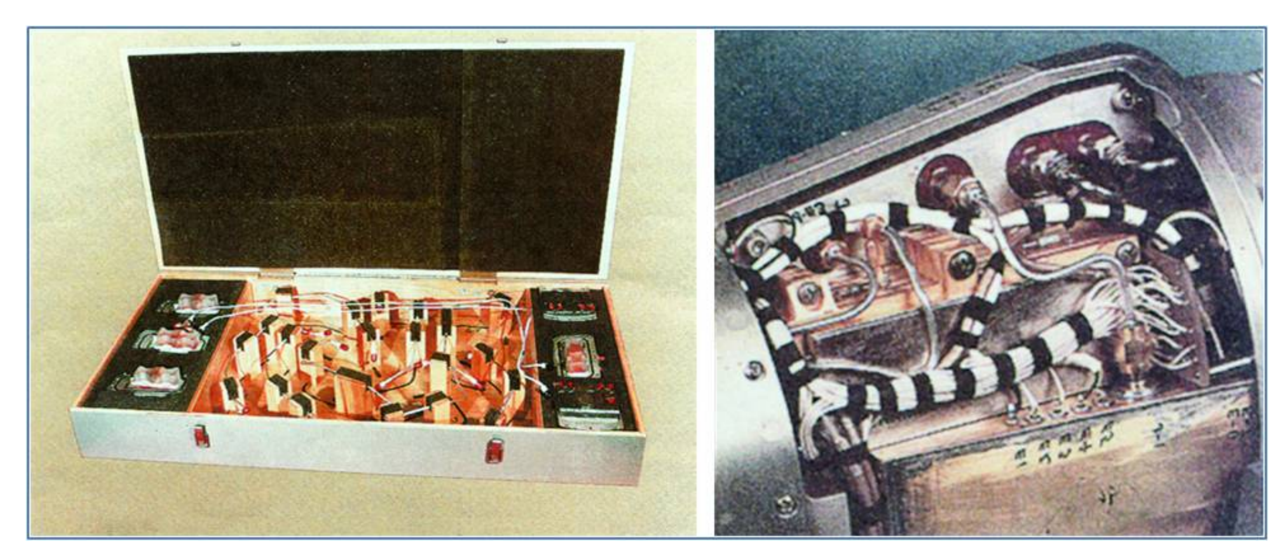


Рисунок 6: Слева: Упакованная для транспортировки радарная антенна возвращаемого аппарата. Справа: Часть радарной электроники возвращаемого аппарата. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Метод эксплуатации: Различные типы электронного оборудования возвращаемого аппарата работают почти так же, как и любое соответствующее бортовое радиоэлектронное оборудование; однако электронное оборудование возвращаемого аппарата обычно питается от батареи. Источник питания преобразовывает напряжение батареи в значение, требуемое различными электронными устройствами возвращаемого аппарата. Кроме того, все электронное оборудование на борту возвращаемого аппарата должно быть разработано для надежной эксплуатации в суровых условиях.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Практически все электронные компоненты возвращаемых аппаратов разработаны специально для них. Самые важные электронные компоненты возвращаемых аппаратов — это компоненты системы САФФ; их функции описаны ниже, в разделе 2.A.1.f.. Остальное электронное оборудование является дополнительным и зависит от требований полета. Кабели и подключения — это обычные, но необходимые принадлежности. В возвращаемых аппаратах, разработанных для условий рентгеновского и нейтронного облучения, вызванного системой ядерной обороны, должны использоваться высокозащищенные электронные компоненты и кабели, четко обозначенные в соответствующих технических условиях изделий, что указывает на их стойкость к таким условиям.

Применение в других областях: Барометрические автоматы, стабилизаторы напряжения и реле, не разработанные для возвращаемых аппаратов, используются в авиации общего назначения. Стандартные кабели и соединители (не «радиационно-стойкие») широко используются в тысячах устройств коммерческого применения. В общем, сложно разграничить коммерческое электронное оборудование и оборудование, специально разработанное для возвращаемых аппаратов, потому что их самые главные отличительные свойства — радиационная стойкость, эксплуатационные ограничения с учетом температуры и требований к вибрации – обычно незаметны.

Внешний вид (заводской): Стандартные компоненты электронного модуля возвращаемого аппарата не имеют внешних отличительных признаков. Наибольшая и самая отличительная часть — это, вероятно, батарея, которая по размеру примерно вдвое меньше автомобильного аккумулятора, и часто значительно меньше. Остальные электронные компоненты в основном маленькие по размеру и обычно размещаются в алюминиевых коробках. Система САФФ собирается изготовителем возвращаемого аппарата и редко поставляется в предварительно упакованном виде. В высокотехнологичных проектах возвращаемых аппаратов могут использоваться активные/пассивные устройства наведения (радар и оптические датчики), присоединенные к активным системам управления и сохраненным картам

особенностей цели. Такое оборудование может иметь форму диска, или цельного или усеченного конуса, поскольку оно разрабатывается, чтобы плотно прилегать к возвращаемому аппарату. Любой признак особой стойкости к высокому ускорению или существенной вибрации может указывать на возможность применения в ракетных технологиях.

Внешний вид (комплектный): Электронные детали для военного применения упаковываются в герметичные пакеты или контейнеры, используемые для защиты электроники от влажности и ударов. Для упаковки могут также использоваться проложенные пенным уплотнителем коробки, ящики или металлические чемоданы.

2.А.1.с. твердотопливные или жидкостные ракетные двигатели, используемые в системах, указанных в позиции 1.А, и имеющие полный импульс тяги, равный или более 1,1 × 10^6 Н × с

Примечание:

Апогейные двигатели и двигатели для удержания космического аппарата на орбите, относящиеся к жидкостным ракетным двигателям, указанным в позиции 2.А.1.с, и разработанные или модифицированные для применения в искусственных спутниках Земли (ИСЗ), могут рассматриваться как относящиеся к категории II, если их экспорт осуществляется при наличии обязательств о конечном использовании в ИСЗ и в необходимом для него количестве, когда они имеют тягу в вакууме, не превышающую 1 кН.

Характер и назначение: Твердотопливные ракетные двигатели содержат топливо и окислитель в одном кожухе двигателя. Резервуары, трубы, насосы или клапаны в этом случае не требуются, поскольку топливо и окислитель заранее перемешиваются в надлежащей пропорции и заливаются в полую твердую форму с внутренним зажиганием. Внешний кожух двигателя ракеты часто служит формой, в которую заливается топливо. Кожух действует как камера давления, удерживающая газообразные продукты сгорания во время работы, и является главной деталью конструкции, которая передает тягу «полезной нагрузке». Твердотопливные ракетные двигатели экономичны и дешевы в обслуживании; они легко хранятся в течение многих лет и способны к быстрому развертыванию и запуску.

- Бразилия
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Норвегия
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Корея
- Украина

Глобальное производство



Метод эксплуатации: После зажигания топливо горит в полой камере, располагающейся по центру двигателя; горячие расширяющиеся газы на очень высокой скорости выходят через конец сопла и обеспечивают тягу. Топливо горит до полного сгорания. Некоторые двигатели обеспечивают прекращение тяги путем открытия отверстий в кожухе двигателя и выпуска газов через его стороны или верхнюю часть.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Двигатели ракеты обеспечивают тягу для ускорения, необходимого для достижения намеченной цели или для управления следующей ракетной ступенью. Эта необходимая тяга может быть достигнута с помощью одного большого двигателя ракеты, группы двигателей или нескольких ступеней меньших двигателей.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Твердотопливные ракетные двигатели — это цилиндрические трубы со сферическими или эллиптическими наконечниками. В одном наконечнике может иметься отверстие для присоединения воспламенителя; в другом куполе может иметься большее отверстие для присоединения сопла. Воспламенитель необязательно устанавливается перед транспортировкой; если он не установлен, отверстие закрывается пластиной из стали или другого материала. Сопло обычно присоединяется перед транспортировкой и закрывается крышкой для защиты топлива от воздействия влаги и других внешних факторов. Эта крышка скрывает наличие твердотопливного заряда.







Рисунок 7: ***Вверху слева:*** **Твердотопливный ракетный двигатель для многократного использования в космических кораблях. (ATK)** ***Внизу слева:*** **Твердотопливные ракетные двигатели с полным импульсом, близким к более низкому пределу контроля в разделе 2. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))** ***Справа:*** **Ракетный двигатель с вытеснительной подачей жидкого топлива. (Воздушно-реактивный)**

При установке воспламенитель и сопло обычно плотно привинчиваются. Современный твердотопливный ракетный двигатель, используемый в ракетах-носителях и содержащий сопло, показан в верхнем правом углу Рисунка 7. Для достижения порогового импульса 2.A.1.c., равного или большего, чем 1,1 x 106Ns, требуется приблизительно 45 кг топлива. Ракетные двигатели, содержащие данное количество топлива, составят приблизительно 4 м в длину и 0,5 м в диаметре. Ракетный двигатель этого размера обычно оснащается стальным корпусом, хотя возможно применение сложных материалов из стекла, углерода или параарамидного волокна.

Внешний вид (комплектный): Твердотопливные ракетные двигатели обычно транспортируются в стальных или алюминиевых контейнерах или деревянных ящиках. Ящики содержат опоры в нескольких местах для поддержания веса двигателя и обычно прокладываются пенным уплотнителем или амортизационным материалом, чтобы защитить двигатель при транспортировке. Ракетные двигатели иногда упаковываются в инертной атмосфере для защиты топлива от влажности. Эти контейнеры, как правило, сделаны из алюминия и герметично запечатаны под высоким давлением. Температурные пределы хранения указываются, чтобы гарантировать долговечность двигателей. Твердотопливные ракетные двигатели имеют толстое, обычно обмотанное, металлическое крепление с зажимами с обоих концов, ведущее от любой области корпуса двигателя к локальному электрическому заземлению. Это крепление разряжает любое накопившееся статическое электричество и помогает избежать пожаров и взрывов. При транспортировке двигатель устанавливается в транспортировочный контейнер, и контейнер заземляется.

Ракетные двигатели жидкого топлива

Характер и назначение: Ракетные двигатели жидкого топлива работают от топлива и окислителя, которые подаются в надлежащих пропорциях из резервуаров с помощью труб, клапанов и, иногда, насосов. Таким образом, эти двигатели намного сложнее, чем твердотопливные ракетные двигатели, и могут содержать множество движущихся частей и деталей, обработанных с высокой точностью.

- Китай
- Франция
- Индия
- Ирак
- Япония
- Ливия
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



В отличие от твердотопливных ракетных двигателей, некоторые жидкостные ракетные двигатели можно отключать и перезапускать. Некоторые жидкостные ракетные двигатели можно повторно использовать после восстановления, в то время как твердотопливные ракетные двигатели практически не предназначены для повторного использования. Жидкостные ракетные двигатели обычно обеспечивают более эффективную тягу, чем твердотопливные ракетные двигатели, и преимущественно используются в гражданских целях. Однако они сложны в производстве и обслуживании; для их запуска требуется больше времени в сравнении с твердотопливными ракетными двигателями. Эксплуатация и хранение топлива и окислителя также могут оказаться сложными задачами, поскольку они токсичны, коррозийны или криогенны.

Метод эксплуатации: При команде взрыва подается давление на резервуары с топливом и окислителем; если имеется насос, то он запускается. Топливо и окислитель подаются в головку инжектора, где они распыляются, проходя через маленькие инжекторы, и смешиваются в камере сгорания. После воспламенения горячие, расширяющиеся газы выходят из сопла на очень высокой скорости и обеспечивают тягу ракеты. Нагрузки тяги передаются через камеру сгорания к распоркам, которые прикреплены к корпусу ракеты в заднем конце резервуара с топливом или окислителем.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Ракетные двигатели обеспечивают тягу для ускорения, требуемого для достижения намеченной цели. Эта необходимая тяга может достигаться с помощью одного большого двигателя, группы двигателей или нескольких ступеней меньших двигателей.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Жидкостные ракетные двигатели характеризуются цилиндрической или сферической камерой сгорания, к которой присоединяется сопло схождения/расхождения. Сопло обычно больше, чем остальная часть двигателя (как показано на Рисунке 8). Сопла, охлажденные топливом, могут содержать стенки из листового металла, разделенные рифленым металлическим листом, или связки

профилированных металлических труб. Неохлажденные сопла делаются из огнеупорного металла или абляционного сложного материала. Инжектор, плоская или кривая пластина с большим количеством отдельных отверстий, присоединяется к верхней части камеры сгорания, как показано на Рисунке 8. Ряд труб, трубопроводов и насосов присоединяются к верхней части и сторонам камеры сгорания.

Внешний вид (комплектный): Жидкостные ракетные двигатели — это стойкие устройства, но их необходимо защищать от ударов и влаги. Типичные контейнеры включают большие деревянные ящики и металлические контейнеры.

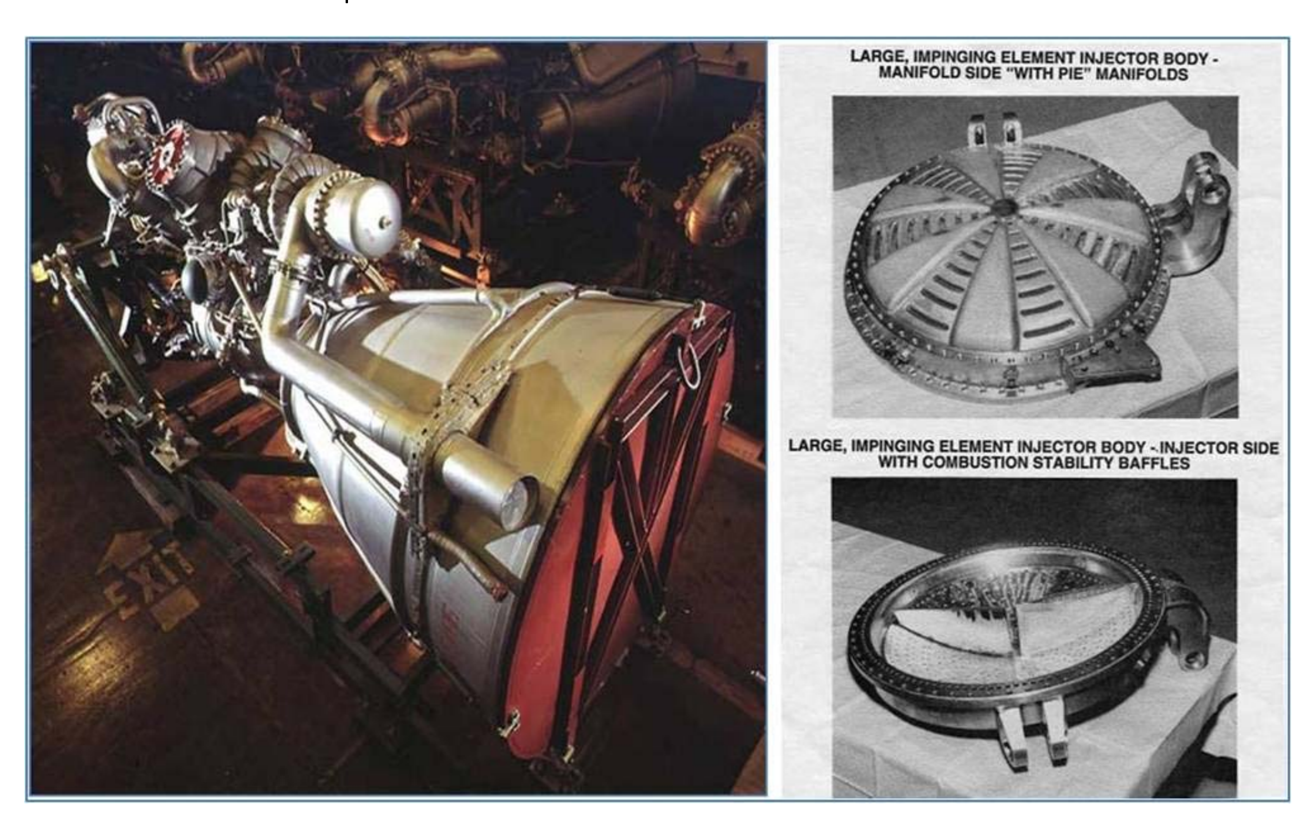


Рисунок 8: ***Слева:*** **Ракетный двигатель второй ступени кислородного/керосинового топлива. (Воздушно-реактивный)** ***Справа:*** **Купол головки инжектора (верхний рисунок) и его нижняя сторона изображением инжекторов и экранов («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))**

2.A.1.d. Системы наведения, используемые в системах, указанных в позиции 1.A, и обеспечивающие точность доставки полезной нагрузки, равную или менее 3,33 процента от «дальности» (т.е. круговое вероятное отклонение (КВО) составляет 10 км и менее на «дальности» 300 км), за исключением, согласно нижеприводимому примечанию к позиции 2.A.1, систем, разработанных для ракет с «дальностью» менее 300 км или пилотируемых летательных аппаратов;

<u>Технические примечания:</u>

1. Аппаратура системы наведения объединяет процесс измерения и вычисления положения и скорости полета летательного аппарата (т.е. навигационных параметров) с процессом вычисления и подачи команд в систему управления полетом для корректировки траектории.

2. КВО (круговое вероятное отклонение) является показателем точности попадания на определенной дальности, определяемым как радиус круга с центром в середине цели, если в нем находится 50 процентов точек падения полезных нагрузок.

Характер и назначение: Система наведения автоматически направляет транспортные средства вдоль траектории или курса полета. Системы наведения — это высококачественные узлы чувствительного электронного, инерционного, механического и основанного на данных спутников оборудования датчиков, а также оборудования по контролю за окружающей средой (например, давлением). Основа любой системы наведения — инерциальный измерительный блок (ИИБ), который содержит гироскопы и акселерометры, позволяющие системе наведения определять движение и изменения в ориентации. Системы наведения могут стоить от нескольких тысяч до нескольких миллионов долларов каждая; их стоимость имеет прямое соотношение к их точности.

- Канада
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Системы наведения калибруются и обеспечиваются информацией о положении, скорости и ориентации транспортного средства до запуска. После запуска инерционные инструменты определяют ускорения и вращения транспортного средства и обычно преобразовывают их в электрические сигналы. Вычислительное устройство преобразовывает эти сигналы в отклонения от запрограммированного курса полета и выдает команды системе управления полетом, чтобы исправить курс. Однако из-за ошибок в самих инерционных инструментах ракета может отклоняться от курса в течение долгого времени. Системы наведения, которые отклоняются от курса меньше, чем на 3,33 % от выполненного пути, управляются в соответствии с этим разделом. Другие средства наведения, такие как приемник глобальной системы определения координат (GPS), системы координат ландшафта или гироастрокомпасы, могут использоваться, чтобы обеспечить одно или более промежуточных обновлений местоположения или ориентации на компьютер системы наведения, что приводит к увеличению точности. (Навигационное оборудование, включая оборудование обновления, рассматривается в разделе 9. А. «Приложения РКТР».)



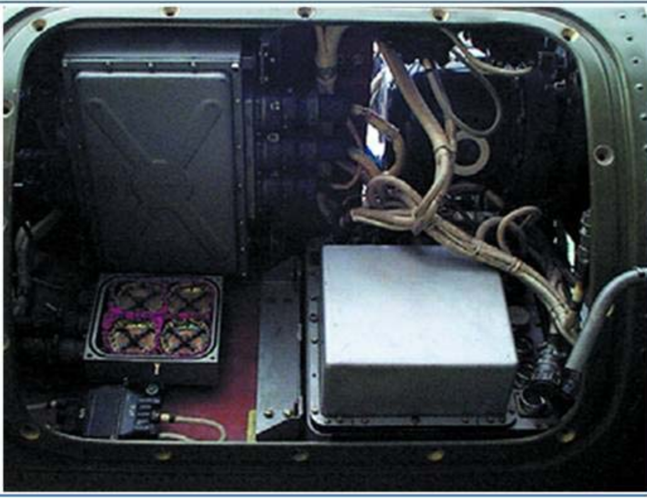


Рисунок 9: ***Слева:*** **Ракетная система наведения, транспортируемая на объект запуска. (Northrop Grumman)** ***Справа:*** **Система наведения с использованием более старых технологий, которая состоит из нескольких компонентов, установленных в ракете. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))**

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Система наведения — это общая подсистема для любой ракетной системы. Системы наведения баллистических ракет — это обычно высокоспециализированные устройства, часто создаваемые для определенной ракеты, чтобы обеспечить стойкость к тяжелым условиям и высокую степень точности. Они разрабатываются с соблюдением строгих требований к размеру, весу, электропитанию и стойкости к суровым условиям при запуске в космос и применении баллистических ракет. Системы наведения атмосферных беспилотных летательных аппаратов могут быть узкоспециализированными, но менее сложными; они часто дополняются многочисленными датчиками и приемниками, входящими в интегрированную навигационную систему (описанную в разделе 9.A.).

Применение в других областях: Системы наведения и навигационные системы различных типов широко используются в морских судах, в самолетах и даже в некоторых наземных транспортных средствах.

Внешний вид (заводской): Размер, вес и внешний вид систем наведения меняется в зависимости от типа ракеты из-за структурных особенностей и требований полета. Более старые конструкции обычно больше по размеру и весу (ширина/диаметр приблизительно до 1 м и вес до 100 кг); новые, значительно более точные системы, могут составлять только 30 см в ширину и весить несколько килограммов. Большинство систем помещаются в металлические коробки с воздухонепроницаемыми сменными панелями доступа. Они часто имеют прямоугольную форму, но могут быть и цилиндрическими или состоять из нескольких блоков различных форм (как показано слева на Рис. 9). Системы наведения также имеют качественные электрические соединители, точные посадочные поверхности, и в некоторых случаях, соединения для контроля температуры. Некоторые системы имеют измерительный блок (ИИБ) на шарнирах или незакрепленный в сферообразной камере, которая выдается в одном из участков системы наведения. Другие системы включают инерциальный измерительный блок (ИИБ), отделенный от электроники.





Рисунок 10: *Слева:* Система наведения и навигационная система, разработанные для соответствия долгосрочным требованиям к космическому полету. (Northrop Grumman) *Справа:* Транспортировочный контейнер для системы наведения МБР.

Современные бесплатформенные системы наведения часто по внешнему виду напоминают коробку. На Рис. 10 показаны система наведения и навигационная система со снятой панелью доступа. Некоторые современные бесплатформенные системы наведения не похожи на коробку по форме, если для их применения требуется, чтобы системы занимали мало места.

Внешний вид (комплектный): Поскольку большинство систем наведения очень дорогие и чувствительные к повреждениям от ударов, они транспортируются в амортизированных контейнерах, иногда специальных и воздухонепроницаемых для защиты от влаги. Эти контейнерах обычно помечены этикетками, требующими бережного обращения. Может использоваться широкий диапазон контейнерных конфигураций, включая специальные барабаны, коробки и металлические чемоданы.

2.A.1.e. Подсистемы управления вектором тяги, используемые в системах, указанных в позиции 1.A, за исключением, согласно нижеприводимому примечанию к позиции 2.A.1, тех подсистем, которые разработаны для ракет, «дальность»/«полезная нагрузка» которых не превышает параметры систем, указанных в позиции 1.A.;

Техническое примечание:
В позицию 2.A.1.e включены следующие способы управления вектором тяги:
a. использование сопла изменяемой геометрии;
b. впрыскивание жидкости или вторичного газа (в сопло);
c. использование поворотного двигателя или сопла;
d. использование газовых рулей или насадок для отклонения струи выхлопных газов;
e. использование тяговых триммеров.

- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Сербия
- Испания
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Подсистемы управления вектором тяги переадресовывают осевую тягу, которая производится горячими, расширяющимися газами, выпускаемыми через сопло ракеты, и таким образом направляют ракету.

Метод эксплуатации: Существует несколько различных способов направления ракет. Часто тяга двигателя перенаправляется от средней линии ракеты, поворачивая ее. В соответствии с этим разделом, контроль применяется независимо от конструкции или названия подсистемы управления вектором тяги. Жидкостные ракетные двигатели обычно перенаправляют тягу путем вращения всего двигателя (процесс, называемый «шарнирным вращением»), в то время как большинство современных ракет используют гибкий подход с использованием сопла. В обоих подходах используются силовые сервоприводы, присоединенные к ракетной конструкции, чтобы втолкнуть и втянуть двигатель или сопло ракеты в надлежащее положение. Твердотопливные и жидкостные двигатели также могут перенаправлять тягу путем отклонения выхлопных газов в соплах с помощью подвижных реактивных лопастей или впрыскивания жидкости. Реактивные лопасти распространены на ракетах с использованием более старых технологий. При впрыскивании жидкости выхлопной поток из сопла отклоняется, что приводит к образованию асимметричного потока и направлению тяги от средней линии.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Подсистемы управления вектором тяги изменяют направление тяги ракеты, чтобы направлять ракету в ответ на команды системы наведения. Эти подсистемы необходимы на ракетах-носителях и системах баллистических ракет, а также используются на некоторых БЛА, в частности, в двигателях ускорителей крылатых ракет.

Применение в других областях: Подсистемы управления вектором тяги используются в современных истребителях, исследовательских воздушных судах, тактических ракетах и космических кораблях.

Внешний вид (заводской): Обычные сборки управления вектором тяги включают монтажные кольца, стержни силовых приводов, клапаны силовых приводов, гидравлические шланги или трубы и специальную электронную аппаратуру управления. Пример электронного блока управления вектором тяги для большого жидкостного ракетного двигателя показан слева на Рис.11. Монтажные кольца присоединены к области горловины сопла и способны противостоять крутящему моменту, передаваемому на сопло в условиях полной тяги. Система приведения в действие присоединяется к монтажному кольцу, самому двигателю или непосредственно к соплу.

Стержни силового привода имеют форму цилиндра и составляют около 15—45 см в длину и 3—8 см в диаметре (см. изображение справа на Рис. 11). Они выталкивают и тянут двигатель или сопло в ответ на сигналы, передаваемые системой наведения на клапаны силового привода. Газовый генератор (обычно маленький твердотопливный ракетный двигатель), который подает питание на небольшой турбонасос, является одним из способов нагнетания давления на гидравлическую систему. Монтажные кольца и стержни силового привода изготавливаются из высокопрочных металлов, например нержавеющей стали или титана; силовые клапаны оборудованы кожухами из нержавеющей стали.

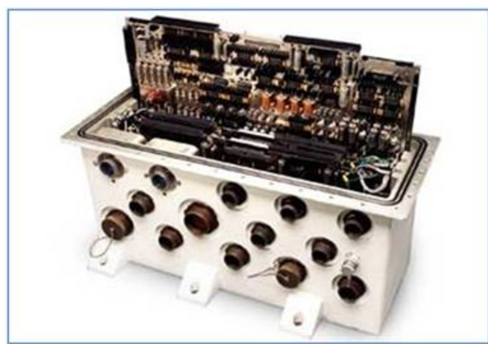




Рисунок 11: ***Слева:*** **Электронный блок управления вектором тяги для использования в больших ракетах-носителях. (Moog, Inc.)** ***В центре:*** **Четыре реактивных лопасти, установленные в задней части баллистической ракеты. (Российские военные силы)** ***Справа:*** **Линейный силовой привод тонкого позиционирования, разработанный для применения в аэрокосмической отрасли. (Moog, Inc.)**

Согласно самому распространенному способу управления вектором тяги путем впрыскивания, газ или жидкость хранятся в резервуарах, а затем измеряется их впрыскивание в сопло ракеты через линии подачи или клапаны, а иногда коллекторы и инжекторы. Резервуары - это обычно цилиндрические, обернутые композитными материалами камеры давления, которые могут варьироваться по размеру и весу. Значения давления в 7 МПа (1000 фунтов на кв. дюйм) типичны. Линии подачи газа или жидкости (приблизительно 1 см в диаметре для малых двигателей), распределительные клапаны и инжекторы часто делаются из нержавеющей стали. В ракетах обычно используется четыре инжектора; иногда - намного больше.

Реактивные лопасти устанавливаются в выхлопном сопле и вращаются, переадресовывая тягу, в ответ на команды ракетной системы наведения. Они похожи на маленькие крылья обычно 30 см в длину и 15 см в высоту (размеры меняются в зависимости от размера двигателя). Они делаются из жаростойкого материала, такого как углерод и углеродистые производные, или из огнеупорных материалов, например вольфрама. На изображении в центре Рисунка 11 показаны четыре реактивных лопасти, установленных в кормовой части баллистической ракеты.

Внешний вид (комплектный): Шарнирные кольца обычно составляют 15—50 см в диаметре и могут поставляться в сборе (двойные кольца) в алюминиевом транспортировочном контейнере

соответствующего размера с контурным интерьером. Стержни и клапаны силового привода похожи на стержни и клапаны гражданского применения. Клапаны упаковываются в полиэтиленовые пакеты для защиты от абразивных частиц. Поскольку эти элементы могут быть довольно тяжелыми, они транспортируются в крепких контейнерах, сделанных из металла или дерева. Газовые или жидкие резервуары для впрыскивания упаковываются как промышленные изделия, такие как резервуары для пропана. Инжекторы и клапаны обычно упаковываются, как любое дорогое оборудование, в обитые изнутри контейнеры и в полиэтиленовые пакеты, чтобы предотвратить загрязнение.

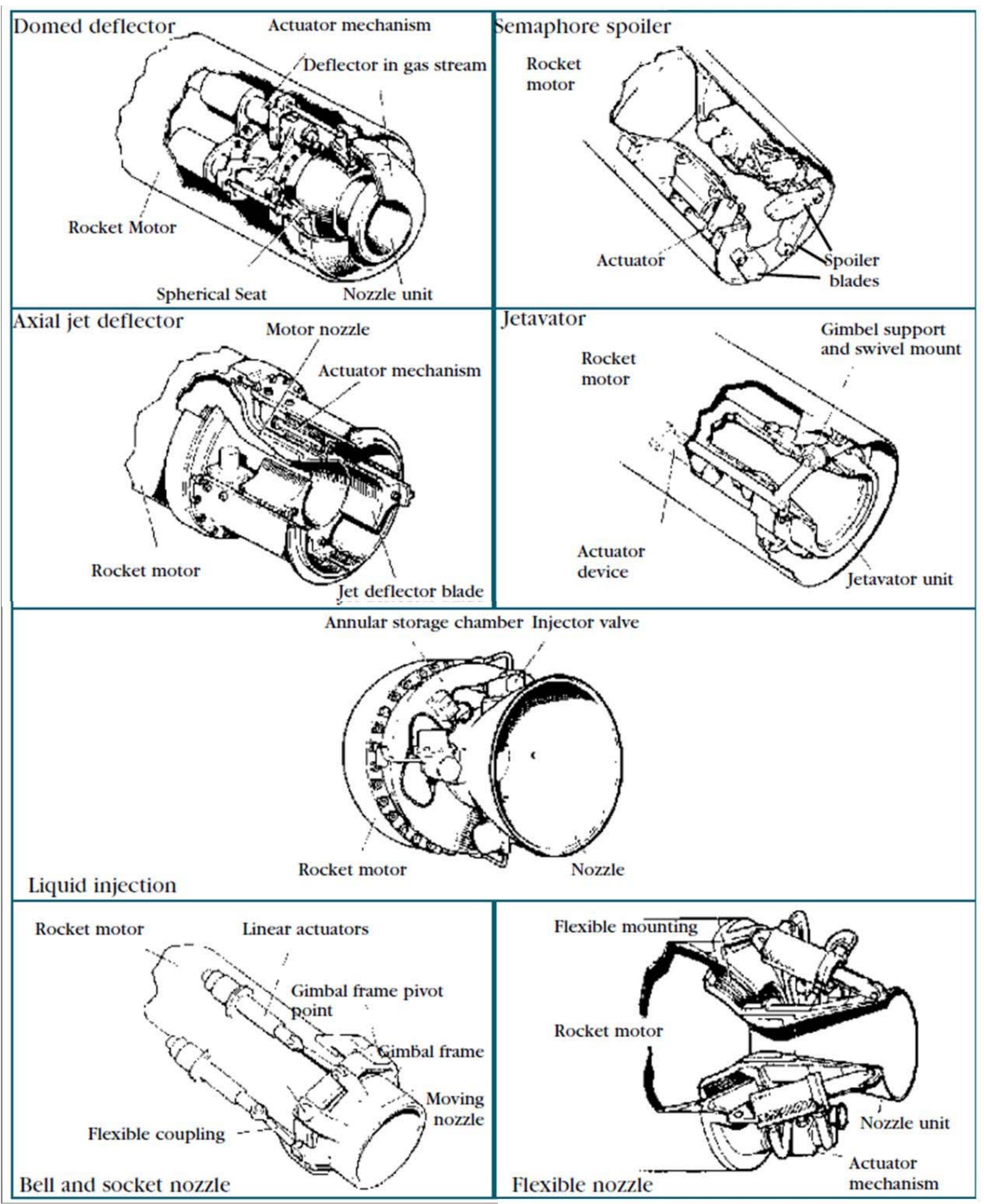


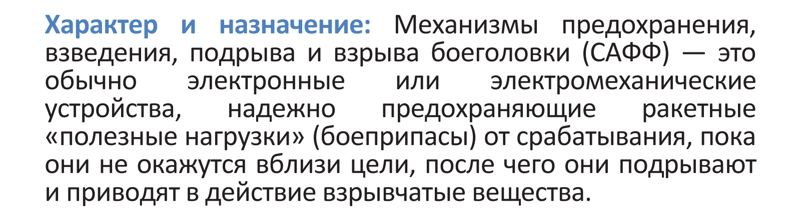
Рисунок 12: Семь вариантов управления вектором тяги в твердотопливных ракетных двигателях. (British Aerospace Defense Limited)

20.A.1. f. *Механизмы обеспечения безопасности, взведения и подрыва взрывателя заряда или боеголовки, используемые в системах, указанных в позиции 1.A, за исключением, согласно ниже приводимому примечанию к позиции 2.A.1, механизмов, предназначенных для систем, не указанных в позиции 1.A.*

- **Для современных подрывных систем возвращаемых аппаратов**
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

- **Другие типы элементов SAFF, особенно для летательных аппаратов, являются общедоступными.**

Глобальное производство



Характер и назначение: Механизмы предохранения, взведения, подрыва и взрыва боеголовки (САФФ) — это обычно электронные или электромеханические устройства, надежно предохраняющие ракетные «полезные нагрузки» (боеприпасы) от срабатывания, пока они не окажутся вблизи цели, после чего они подрывают и приводят в действие взрывчатые вещества.

Метод эксплуатации: Перед запуском большинство систем САФФ обеспечивает безопасность оружия (не работает детонация) путем механической или электрической изоляции боеприпаса от взрывной системы. После запуска система САФФ удаляет сцепление и вооружает боеголовку. Взведение может произойти по прошествии заданного времени после запуска или после обнаружения предопределенного изменения траектории или определенных условий окружающей среды, таких как ожидаемое замедление. В системах САФФ низкого технического уровня для предохранения и взведения используется барореле.

Плавкий предохранитель оружия определяет соответствие критериям взрыва. К типичным плавким предохранителям относятся таймеры, датчики ускорения, и датчики высоты, такие как барореле или активные радары. Когда «полезная нагрузка» достигает предопределенных критериев, во взрывную систему передается сигнал. Затем запускаются конденсаторы высокого напряжения (разряженные), которые поставляют электрический ток на детонаторы оружия. «Полезные нагрузки» могут также содержать предохранители дробления или контактные запалы, которые обнаруживают, когда «полезные нагрузки» попадают в цель и начинают разбиваться. Эти предохранители поддерживают систему датчиков высоты или используются для полетов, требующих целевого воздействия. В крылатых ракетах, которые сбрасывают малые боеприпасы или взрывают снаряды в воздухе, плавкий предохранитель подрывается и взрывается, когда система наведения устанавливает, что цель достигнута. Также в них могут использоваться радар или лазерные высотомеры, плавкие предохранители близости и контактные запалы. Система САФФ может включать некоторые или все вышеописанные варианты с целью резервирования.





Рисунок 13: *Слева:* Акселерометр системы САФФ возвращаемого аппарата с соответствующей электроникой. *Справа:* Ракетный плавкий предохранитель с защитной пластиной и предупредительной этикеткой. (Kaman Aerospace Corporation)

В радарных системах подрыва для баллистических ракет требуется передатчик относительно высокой частоты (S- или C-диапазона) и передающие материалы окна, например кварц высокой степени чистоты, для защиты направленной наружу антенны от высоких температур при возвращении. Вес ракетных контактных запалов составляет 100—500 г. Для систем подрыва высокотехнологичных баллистических ракет, использующих акселерометры, требуются инструменты, способные поддержать 100 г и более.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: В целях обеспечения безопасности оружия до запуска и взрыва, на всех ракетных системах со взрывчатыми боеголовками требуется какая-либо система САФФ. Поскольку системы САФФ обычно соответствуют внутренней конфигурации и функциям конкретной ракеты, их невыгодно модифицировать для применения в других сферах.

Применение в других областях: Основная технология подрыва и взрыва, используемая в системе САФФ, применяется для всех зарядов со взрывчатыми боеголовками. Даже более современные системы подрыва, в которых время или высота взрыва определяются активными радарами или объединяющимися акселерометрами, используются в новейших артиллерийских снарядах и малых боеприпасах. Технология взрыва, используемая для ракетных боеголовок, применяется в гражданских отраслях, во всех случаях, когда используются взрывчатые вещества, например, в дорожном строительстве, разработке шахт и сносе конструкций.

Рисунок 14: Деревянный транспортировочный контейнер с предупредительной этикеткой о наличии взрывчатых веществ. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Внешний вид (заводской): Ракетные системы и комплекты САФФ не поставляются единым блоком; вместо этого, они собираются из отдельных компонентов и подсистем. Эти компоненты представляют из себя небольшие блоки в алюминиевых корпусах, с электрическими соединителями ввода/вывода. Простые плавкие предохранители обычно размещаются в алюминиевых цилиндрах диаметром от 1 см в случае плавких предохранителей дробления и до нескольких сантиметров в случае контактных запалов. Более высокотехнологичные системы подрыва могут включать сложные инструменты, такие как акселерометры или активные радарные передатчики и антенны.

Внешний вид (комплектный): Как и большинство электронной аппаратуры, системы САФФ транспортируются в амортизированных контейнерах, а некоторые системы - в специальных воздухонепроницаемых контейнерах для защиты от влаги. На этих контейнерах обычно располагаются этикетки, сообщающие о необходимости бережного обращения. Может использоваться широкий диапазон подходящих контейнерных конфигураций, включая специальные барабаны, коробки и металлические чемоданы. Любой из этих контейнеров может быть упакован в деревянную коробку с предупредительной этикеткой о наличии взрывчатых веществ (когда это целесообразно) или может транспортироваться в обычных картонных коробках.

Примечание:

Оборудование, охватываемое исключениями по позициям 2.A.1.b, 2.A.1.d, 2.A.1.e и 2.A.1.f, может рассматриваться как относящееся к категории II, если оно экспортируется с учетом гарантий о конечном использовании, а экспортируемое количество не позволяет использовать его в целях, указанных в перечисленных позициях.

2.B. Испытательное и производственное оборудование

2.B.1. «Производственные мощности», специально разработанные для подсистем, указанных в позиции 2.A

- Аргентина
- Бразилия
- Канада
- Китай
- Египет
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Ливия
- Северная Корея
- Норвегия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Сербия
- Южная Корея
- Испания
- Швеция
- Сирия
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Производство подсистем часто происходит в крупных промышленных зонах, разработанных для производства крупных изделий, таких как твердотопливные или жидкостные ракетные двигатели, системы наблюдения и контрольно-измерительные приборы или возвращаемые аппараты. Для перемещения тяжелых компонентов используются мостовые краны. Для проверки сварок и ракетного топлива на пустоты и трещины может использоваться большое рентгеновское оборудование. Устройства для смешивания твердого топлива часто строятся в изолированных зонах, удаленных от населенных районов в целях безопасности и защиты. Производственные мощности систем наведения и возвращаемых систем характеризуются чистыми помещениями и системами фильтрации воздуха, в которых обычно осуществляется контроль за температурой и влажностью. Технический персонал обязан носить спецодежду для защиты от текстильной и другой пыли. Главное необходимое условие для изготовления инструментов наведения — это тщательная система фильтрации. Воздух подается через высокопроизводительные фильтры поглощения макрочастиц (HEPA), часто покрывающие всю поверхность потолка чистого помещения.

Метод эксплуатации: Подсборки баллистических ракет производятся и часто проверяются на производственных мощностях перед транспортировкой в хранилище или зону окончательной сборки. Сырье, такое как листовая сталь, скручивается в надлежащие формы и сваривается, чтобы сформировать цилиндры, которые будут использоваться как корпуса твердотопливных ракетных двигателей. Торцевые купола привариваются на эти цилиндры, чтобы закончить производство корпуса. У каждого торцевого купола есть укрепленное круглое отверстие для установки воспламенителя ступени и присоединения сопла.

Прочность небольшого количества образцов корпусов двигателей проверяется в специальных испытательных мощностях. Здесь корпус двигателя гидростатически доводится до точки взрыва, чтобы подтвердить стойкость к высокому давлению и испытать производственные процессы, используемые для изготовления данной партии корпусов двигателей. Корпус двигателя запечатывается и заполняется водой, а затем на него подается давление, пока он не разорвется. Инструменты присоединяются к корпусу мотора, и во время испытания регистрируются напор и напряжение, а также гидравлическое давление. Часто процедура записывается на видео с целью детального анализа сбоев.

Жидкостные ракетные двигатели — это сложные механические устройства, производство которых включает ряд операций тщательной механической обработки и сборки, часто выполняемых в чистых помещениях. Маленькие высокоточные детали выплавляются, подвергаются механической обработке, собираются и чистятся. Сборки топливных резервуаров большего размера обычно

производятся на листоотливочных мощностях, формирующих из листового материала цилиндрические секции, которые затем свариваются вдоль осевых швов. Торцевые купола затем привариваются к полученным цилиндрам. Эти и другие сварочные швы могут стать причиной сбоев на ракете и должны быть тщательно осмотрены. Для осмотра качества сварки часто используется неразрушающее рентгеновское излучение или другие средства. Мостовые краны используются для установки ракетных компонентов в стойки для обработки и для снятия компонентов с этих стоек.

При производстве точных систем наведения требования к производственным мощностям наиболее строги. В производстве высококачественных инерционных инструментов участвуют многочисленные высококвалифицированные специалисты. Производственные процедуры требуют полного внимания к деталям производства миниатюрных электромеханических компонентов с малыми припусками. При производстве систем наведения ракет требуются точное оборудование и чистые помещения для производства и проверки отдельных инструментов наведения и их последующий установки в систему наведения. Подъемники и подъемные краны используются для установки компонентов в стойки обработки и транспортировочные контейнеры, а также для снятия компонентов со стоек и извлечения их из контейнеров.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Компоненты и конструкции, произведенные на этих мощностях, используются для создания и проверки элементов, перечисленных в разделе 2.A.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Для производства ракетных компонентов требуется несколько отдельных и специализированных мощностей. Крепления используемые при производстве твердотопливных ракетных двигателей обычно являются большими и тяжелыми конструкциями. Смешивание и отливка ракетного топлива аварийноопасны, поэтому эти операции обычно выполняются в изолированных зонах, чтобы свести к минимуму повреждения при взрыве. Для образования вакуума в ракетном двигателе, на производстве могут иметься трубы большого диаметра и шахты большой емкости. Могут быть видны звездообразные оправки или оправки с несколькими ребрами.

Производственные мощности для жидкостных ракетных двигателей могут включать малые структуры, но для них обычно требуются крупномасштабные испытательные стойки. Баллистические ракеты среднего диапазона и меньшие ракеты можно изготовить в помещении, похожем на любой большой, хорошо укомплектованный механический цех. Лаборатории должны быть укомплектованы мощностями проверки качества. Для проверки качества необходимы чистые помещения, обтекаемые скамьи, гранитные поверхностные пластины, точные измерительные приборы, включая растровые электронные микроскопы (РЭМ), устройства измерения координат, электронные газоанализаторы, способные к обнаружению менее 5 частиц на миллион, и при необходимости - другие специализированные измерительные устройства. Станции для сборки высокотехнологичных возвращаемых аппаратов включают чистые помещения, чтобы обеспечить надежность при взведении и подрыве компонентов, и столы балансировки, позволяющие сформировать центр силы тяжести в соответствующем положении. Подъемники и подъемные краны используются для установки компонентов в стойки для обработки и в транспортировочные контейнеры, а также для снятия компонентов со стоек и извлечения их из контейнеров.

Внешний вид (комплектный): Новые или запасные части для этих типов мощностей иногда велики по размеру и слишком тяжелы для упаковки и отправки на завод в сборе. Вместо этого составные части транспортируются отдельно в ящиках или на защищенных поддонах для сборки на месте. Они надежно прикрепляются к ящику, чтобы ограничить движение и предотвратить повреждения. Меньшие устройства могут упаковываться отдельно или фиксироваться на поддонах для транспортировки.

2.В.2. «Производственное оборудование», специально разработанное для подсистем, указанных в позиции 2.А

Характер и назначение: Для производства этих подсистем требуется оборудование, в котором учитываются особенности определенного типа подсборки. Каждая производственная мощность подсистемы должна содержать специализированное оборудование, устройства, крепления, формы, штампы и оправки, которые используются для производства компонентов подсборки и вспомогательных компонентов, их сборки, и проверки подсборки.

Метод эксплуатации: Оборудование, используемое для производства твердотопливных ракетных двигателей, включает аппаратуру для обработки металлов, инструменты для дробления, фильтрации и смешивания топлива, формы или оправки для формирования ядра двигателя или поверхности горения, устройства для изготовления и пиролиза сопел двигателей и для проверки системы управления вектором тяги на готовом двигателе. Мощности могут также содержать намоточное оборудование для покрытия корпусов двигателей композитными волокнами.



Рисунок 15: Большой фрезерный станок. (Yasda Precision Tools, K.K.)

Многие корпуса двигателей производятся из стали. В одном из методов стальные листы скручиваются и свариваются до достижения размера и прочности, требуемых конструкцией корпуса. При других методах цилиндрическая часть двигателя формируется путем штамповки или холодной раскатки металла на оправке. Затем путем холодной раскатки или штамповки создаются купола, формирующие торцы корпуса. Штамповка или холодная раскатка стали сокращает количество возможных точек сбоя на готовом корпусе двигателя путем уменьшения количества свариваемых частей.

Некоторые производственные мощности двигателей содержат намоточные устройства, которые укладывают прочные волокна, покрытые эпоксидной смолой или полицмейстером, на вращающиеся оправки, чтобы создать сложные детали с высокой удельной прочностью. После завершения операции намотки для окончания процесса требуется обработка деталей автоклавом и гидроклавом.

Самое крупное и наиболее специализированное оборудование на производственной мощности твердотопливных ракетных двигателей — это

- Аргентина
- Канада
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Ливия
- Норвегия
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Северная Корея
- Пакистан
- Сербия
- Испания
- Сирия

Глобальное производство



станция смешивания топлива. Эта мощность должна быть достаточно большой, чтобы расположить ракетные компоненты, миксеры и другие инструменты, используемые для производства ступени двигателя. Твердые ракетные компоненты (топлива, окислители и другие агенты) сначала перемалываются до соответствующего диаметра, а затем смешиваются с подходящим вяжущим веществом до образования однородной смеси (называемой «зерном»). Выполнение процесса смешивания в вакууме позволяет свести к минимуму количество пузырей в зерне. (Пузыри увеличивают поверхности горения, что приводит к всплескам давления и возможному сбою корпуса двигателя во время сгорания.) После того, как ракетные компоненты полностью смешаны, смесь помещается в корпус двигателя. Существует три основных метода загрузки топлива в корпус двигателя. Топливо можно залить в корпус (процесс, известный как «отливка топлива», который иногда выполняется в условиях вакуума), закачать в корпус или, если топливо достаточно твердое, его можно быть выдавить через форму и поместить в корпус.

Изоляционный материал необходимо поместить между стенкой корпуса и топливом, чтобы предотвратить сбой корпуса из-за перегрева при сгорании. Изоляция часто представляет собой тонкий слой синтетического эластичного материала, такого как этилен пропилен монодиен. С помощью специальных распылителей тонкий слой изоляции наносится на внутреннюю часть корпуса двигателя; или же на оправку, на которой наматывается и обрабатывается сложный корпус двигателя.

Большинство сопел для современных твердотопливных ракетных двигателей производится из кускового графита или из многомерных углерод-углеродных болванок. Графитные болванки производятся из тонкозернистых порошков графита, сформированных под высоким давлением и температурой в форму болванки. Создание углерод-углеродных болванок начинается с предварительного формирования намоточного углеродного волокна, плотность которого неоднократно повышается с помощью каменноугольной смолы с подачей битума или углеводородного газа под очень высоким давлением и температурой. Для этого процесса могут использоваться изостатические прессы. Полученная углерод-углеродная или графитная болванка затем подвергается механической обработке для получения намеченной формы сопла.

Для каждого компонента в системе жидкостной ракетной двигательной установке требуется производственное оборудование. Для ракетных релейных клапанов, например, требуются фрезерные станки, подобные показанным на Рис. 15, для производства металлических деталей, таких как корпусов, гнезд клапанов и штифтов. Электромагнитные катушки присоединяются к штифтам, а клапаны собираются в сборочных стойках (креплениях) для сварки с помощью специализированного сварочного оборудования. Также выполняются другие операции окончательной сборки. Собранные клапаны проходят множество осмотров с использованием специализированного оборудования, чтобы обеспечить их соответствие всем техническим требованиям поставки. Для проверки на предмет утечек требуется гелий под высоким давлением и газовый хроматограф, способный определять по крайней мере пять частиц на миллион. Автоматизированная испытательная машина используется для повторного запуска ракетных отсечных клапанов, в то время как в клапаны подается жидкость, чтобы убедиться в способности клапанов выдержать требуемое количество циклов включения и выключения. Во время производства и поставки выполняется ряд других приемочных испытаний.

При изготовлении инжекторов для жидкостных ракетных двигателей широко используется электрозарядная механическая обработка. При начальной разработке процесс управлялся установочными креплениями и ручными элементами управления. В данное время нормой являются управляемые компьютером электрозарядная механическая обработка и система CAD/CAM.

После проверки и доставки компонентов в зону окончательной сборки, подсистема двигательной установки собирается и подвергается ряду измерений и испытаний для проверки соответствия готовой системы конструкции. На этом этапе систему можно испытать на соответствие требованиям.

Оборудование, используемое для производства инерционного оборудования наведения, является узкоспециализированным. Для машинной обработки точных отливок, подшипников, контактных

колец, торсиометров и микроэлектроники, которые входят в гироскопы и акселерометры, требуются специальные инструменты. Специальное оборудование также необходимо для точного измерения и осмотра готовых вспомогательных конструкций. Ротор гироскопа и подъемный кессон должны обрабатываться с высокой точностью, чтобы обеспечить одинаковую толщину стенок, гладкую отделку поверхности и симметрию. Шариковые, газодинамические или агатовые подшипники также требуют высокой точности при обработке. (Для роторов гироскопа требуются подшипники из нержавеющей стали с диаметром всего в одну восьмую дюйма с допусками в 0,10 000 000 дюйма.) Кроме того, в данных инерционных инструментах используются мини - или микросхемы, чтобы выбрать и дополнить информацию о их положении. Если какая-либо из производственных и отделочных процедур неполноценна, вся подсистема может пострадать от случайных крутящих моментов. Случайные крутящие моменты приводят к отклонениям, сказывающимся на точности гироскопа и, следовательно, на точности системы наведения.

Управляемые компьютером испытательные станции и поворотные столы оценивают отдельные компоненты системы наведения на предмет уклона, чувствительности и других особенностей, присущих инерционным инструментам. Эти измерения записываются и подтверждаются с помощью других испытательных станций. Эти данные также отправляются в качестве постоянных величин оборудования на компьютеры, которые создают и проверяют программу полета ракеты. Компоненты системы наведения собираются в конечную конструкцию в чистом помещении и испытываются перед отправкой в ракетную сборочную мощность или хранилище. После сборки компоненты испытываются на механическую целостность и способность работать в условиях вибрации и температур при запуске и полете. Эти испытательные станции часто входят в производственную мощность или размещаются возле нее и включают в себя управляемые компьютером вибрационные стенды, поворотные столы и испытательные камеры внешних условий.

К специализированному оборудованию для производства возвращаемых аппаратов относятся высокотемпературные печи и системы управления для производства керамического или абляционного материала, защищающего возвращаемый аппарат от высоких температур при возвращении в атмосферу Земли.

2.C. Материалы

Нет.

2.D. Программное обеспечение

2.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» «производственных мощностей», указанных в позиции 2.B.1.

Характер и назначение: Автоматизированные и компьютерные производственные процедуры, включая числовой контроль, все чаще используются для быстрого и точного производства ракетных компонентов с высокой степенью воспроизводимости. Для этих процедур требуется специально разработанное программное обеспечение.

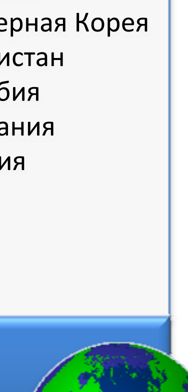
Метод эксплуатации: Современные станки являются устройствами с числовым программным управлением (ЧПУ). Микропроцессор в каждом станке считывает созданную пользователем программу G-код; и затем выполняет запрограммированные операции. Персональные компьютеры используются для проектирования деталей, а также для написания программ в G-коде вручную или с помощью программного обеспечения для автоматизированного производства (CAM), которое пишет программы на основе введенных пользователем данных о резаках и траектории движения инструмента. Разработчики G-кода переименовали его в «Inti»; это программное обеспечение теперь общедоступно.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Станки с ЧПУ широко используются при производстве и испытании деталей ракетных систем и полагаются на внутреннее программное обеспечение и программное обеспечение CAM при производстве различных деталей ракетных систем. Ниже приведены некоторые примеры использования станков с ЧПУ для производства деталей ракетных систем.

Управляемые компьютером станки могут использоваться для производства инжекторов жидкостного ракетных двигателей, состоящих из сотен маленьких элементов инжектора, а также для создания охлаждающих каналов в современных камерах сгорания с регенеративным охлаждением.

- Аргентина
- Канада
- Египет
- Германия
- Иран
- Италия
- Ливия
- Норвегия
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Северная Корея
- Пакистан
- Сербия
- Испания
- Сирия

Глобальное производство



В процессах, таких как диффузное связывание тонких пластин, используются печи, которые могут управляться компьютером. Покрытие плазменного распыления и другие типы обшивочных материалов, например гальванопокрытие, управляются компьютером.

Элементы жидкостного ракетного двигателя (от инжекторов до камер и сопел) обычно свариваются, за исключением единиц наземных испытаний. Такая «орбитальная» сварка (360 градусов вокруг цилиндрической поверхности) теперь управляется компьютером, для чего требуется специальное программное обеспечение.

Осмотр элементов производства также все более активно управляется компьютером. Например, инжекторы содержат сотни отверстий инжектора, размер, размещение и ориентацию которых необходимо проверить. Для этого осмотра используются управляемые компьютером оптические компараторы, для чего требуется специально разработанное программное обеспечение.

Автоматизированное оборудование используется для управления процессом холодной раскатки, используемым на производственных мощностях по изготовлению стальных корпусов двигателей, а также управления намоточными устройствами, которые укладывают волокна, покрытые эпоксидной смолой или полиэфирной смолой, на вращающиеся оправки, чтобы создать сложные корпуса двигателей.

Токарные и фрезерные станки с ЧПУ могут использоваться для преобразования специальных графитных или углеродных болванок в сопла твердотопливного двигателя и наконечники возвращаемого аппарата.

Для производства точных компонентов, из которых состоят инерционные инструменты наведения, требуется автоматизированное оборудование механической обработки. Как только эти компоненты

собраны, они испытываются, и их работа оценивается на управляемых компьютером испытательных станциях. В результате этих испытаний получаются данные, которые используются для характеризации прибора, например, на степень отклонения и коэффициент пропорциональности, и для определения постоянных величин системы наведения в программном обеспечении полета.

Применение в других областях: Программное обеспечение, используемое для управления оборудованием, которое производит ракетные компоненты и подсборки, может быть модифицировано для управления продуктами производства гражданской и военной авиации.

Внешний вид (заводской): Как правило, программное обеспечение, используемое для чтобы производства ракетных сборок, принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, оптических, магнитных или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие программное обеспечение для контроля за производством ракет, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

2.D.2. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» ракетных двигателей, указанных в позиции 2.A.1.c.

Характер и назначение: Программное обеспечение, специально разработанное или измененное для твердотопливных или жидкостных ракетных двигателей, обычно интегрируется в бортовое программное обеспечение полета и может выполнять множество задач. Как при жидкостных, так и при твердотопливных ракетных двигателях программное обеспечение управляет последовательностью событий, таких как зажигание, отключение двигателя, воспламенение газового генератора и запуск подачи ракетного топлива, а также продолжительностью или последовательностью других отдельных процессов. Эти процессы могут запускаться путем получения внутренних или внешних сигналов от пусковой установки, инерционной навигационной системы, других датчиков или навигационного компьютера. В случае двигателя жидкого топлива, некоторые аспекты системы управления двигателем могут интегрироваться в программное обеспечение бортового навигационного компьютера, например контроль давления в камере сгорания или соотношение смеси топлива. Наконец, определенные элементы системы вектора тяги могут считаться частями двигателя, например силовые приводы для шарнирного сопла, шарнирные системы двигателя или толкатели с управлением высотой. Программное обеспечение бортового компьютера может управлять этими элементами системы вектора тяги. Эта категория также включает специально разработанное программное обеспечение для обслуживания и диагностики, которое используется как для жидкостных, так и твердотопливных ракетных

- Аргентина
- Австралия
- Бразилия
- Канада
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Пакистан
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



двигателей. Программное обеспечение в этой категории в основном используется для проведения предполетных автоматизированных электрических испытаний.

Метод эксплуатации: Программа полета получает сигналы, такие как сигнал запуска от пусковой установки, и отправляет сигналы в надлежащей последовательности, чтобы выполнить действие. В некоторых твердотопливных ракетных двигателей необходим также сигнал запуска пирогенного заряда, требуемого для зажигания твердого топлива в корпусе двигателя. В некоторых жидкостных двигателях бортовой компьютер отправляет сигнал запуска твердотопливного газового генератора, что приводит к запуску турбины турбонасоса и подаче ракетного топлива в камеру сгорания. Все эти функции интегрируются в программное обеспечение полета, которое управляет всеми ракетными функциями с момента запуска. Бортовой компьютер, через его компоненты системы управления, выдает все команды и сигналы, требуемые для полного выполнения полета в пределах параметров конструкции. Хотя теоретически возможно отделить программное обеспечение управления двигателем от бортового компьютера и другого программного обеспечения, это маловероятно на практике. Программное обеспечение для обслуживания этих двигателей можно найти в программном обеспечении пусковой установки, бортовом программном обеспечении наземного управления или автономном диагностическом оборудовании.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Программное обеспечение контроля жидкостного ракетного двигателя или двигателя на твердом топливе обычно интегрируется в бортовое программное обеспечение для беспрепятственного управления всеми системами ракеты бортовым компьютером. Программное обеспечение для технического обслуживания может располагаться в пусковой установке, в бортовом программном обеспечении наземного управления или в автономном диагностическом оборудовании.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (согласно изготовителю): Обычно программное обеспечение, используемое в ракетных двигателях и ракетных двигательных установках, является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие программное обеспечение ракетных двигателей и ракетных двигательных установок, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать в электронном виде через компьютерную сеть.

2.D.3. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» систем наведения, указанных в позиции 2.A.1.d.

Примечание:
Позиция 2.D.3 включает в себя «программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное в целях увеличения точности систем наведения для достижения или превышения показателя точности, указанного в позиции 2.A.1.d.

Характер и назначение: Инструменты контроля и наведения ракетной системы обычно устанавливаются на устойчивой платформе в секции наведения баллистической ракеты. Устойчивая платформа управляется бортовым компьютером. Программное обеспечение в бортовом компьютере собирает данные, поступающие от инструментов, установленных на платформе, обрабатывает данные, и посылает сигналы на оборудование на платформе, чтобы поддержать ее положение и стабильность. После запуска ракеты, бортовой компьютер продолжает контролировать ориентацию стабильной

платформы на протяжении полета. Он собирает информацию акселерометра и объединяет данные, чтобы определить скорость и положение. Бортовой компьютер вычисляет отклонения от запрограммированного курса полета и выдает команды системе управления полетом для коррекции курса.



Метод эксплуатации: Акселерометры и гироскопы, установленные на устойчивой платформе ракетной системы постоянно считывают местное ускорение и вращающие силы, вызванные притяжением и вращением Земли. Эти силы имеют часто приводят к дрейфу платформы, что необходимо корректировать. Программное обеспечение бортового компьютера собирает и обрабатывает входящие данные от каждого гироскопа, включая информацию об отдельных инструментах, таких как уклон, нормы отклонения, и погашение, и посылает сигналы на корректировочные двигатели, установленные в карданових подвесах, с целью устойчивого удержания платформы относительно вращения Земли. После запуска ракеты, бортовой компьютер продолжает контролировать ориентацию стабильной платформы на протяжении полета. Он собирает изменяющиеся данные акселерометра во время запуска и в течение активного полета, и объединяет данные, чтобы определить скорость и положение. Бортовой компьютер преобразовывает эти данные, вычисляет отклонения от запрограммированного курса полета и выдает команды системе управления полетом, чтобы исправить курс. Когда компьютер устанавливает надлежащую скорость и высоту, он отправляет несколько команд с небольшими интервалами, чтобы остановить тягу и (в некоторых системах), отделить возвращаемый аппарат.

Системы наведения БЛА могут использовать интегрированные навигационные системы, чтобы способствовать точности инерционных систем в достижении цели. Выходные данные этих систем интегрируются в бортовой компьютер для достижения сверхточной навигации. Поскольку бортовой компьютер определяет отклонения от заданного курса, он посылает корректировочные команды на систему управления полетом, чтобы сохранить заданный курс и высоту.

Типичные примеры использования в ракетных технологиях: Это программное обеспечение используется для управления и поддержки БЛА или ракетные систем во время полета к цели.

Применение в других областях: Программное обеспечение в этой категории редко используется в других отраслях, но оно может применяться в военной промышленности и летательных аппаратах для улучшения систем наведения.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно представляет собой компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

2.D.4. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» подсистем или оборудования, указанных в позиции 2.A.1.b.3.

Характер и назначение: Программное обеспечение возвращаемых аппаратов используется для наблюдения за системами безопасности, взведения, зажигания и активации (САФФ), а также для интегрирования специальных навигационных систем, разработанных для повышения точности возвращаемых аппаратов.

Метод эксплуатации: Полезная нагрузка, содержащаяся в боевом возвращаемом аппарате, сконструирована для активации (взрыва, открытия, распыления заряда, и т. д.), только после того, как механизм САФФ определит, что конкретные условия безопасности удовлетворены. Эти условия включают прием сигналов времени, ускорения, торможения, давления, и сигналов, поступающих из компьютера и связанных с точностью ракеты относительно заданной траектории, и других, указанных разработчиками сигналов. Компьютер в возвращаемом аппарате также управляет системой наведения на конечном участке траектории, если таковая доступна, чтобы точно направить аппарат к цели, используя радары, датчики и компоненты системы наведения, настроенные в интегрированной навигационной системе.

- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Португалия
- Южная Корея
- Украина
- Соединенные
- Соединенные
- Штаты
- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Некоторые заряды активируются при получении специального возвратного сигнала радара. Радарная подсистема должна быть проверена на испытательных установках, чтобы подтвердить ее надежность и работоспособность. Законченные системы возвращаемых аппаратов испытываются и оцениваются во время ряда полетных и наземных испытаний. Телеметрические системы, установленные в возвращаемых аппаратах, передают данные и рабочие характеристики подсистем на наземные станции. Программное обеспечение используется для проверки этих систем перед летным испытанием, чтобы подтвердить их надежность и рабочие характеристики.

Типичные примеры использования в ракетных технологиях: Это программное обеспечение используется для сбора информации, поступающей из навигационных систем интегрированных в возвращаемый аппарат, и для управления системами наведения на конечном участке траектории, а также механизмами САФФ возвращаемых летательных аппаратов.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно представляет собой компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы не отличаются от любых других носителей данных. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация

могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

2.D.5. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» систем, указанных в позиции 2.A.1.e.

Характер и назначение: Это программное обеспечение используется для работы с подсистемами управления вектором тяги (УВТ), применяемыми в баллистических ракетах и некоторых крылатых ракетах для управления траекторией.

- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Португалия
- Южная Корея
- Украина
- Соединенные
- Соединенные
- Штаты
- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство

Метод эксплуатации: Траектория баллистической ракеты контролируется с помощью систем управления вектором тяги. Бортовой компьютер посылает корректировки или сигналы поворота в систему УВТ, чтобы привести в движение подключенный к жидкостному ракетному двигателю силовой привод, сопло твердотопливного ракетного двигателя, устройство управления вектором тяги с впрыском, сопловые лопатки или другое устройство отражения тяги. Как только силовой привод переместится, информация о скорости и расстоянии пересылается из датчика положения ЧПУ обратно на компьютер в качестве запасного сигнала, который затем используется для модификации корректировки или команды управления. Программное обеспечение управления вектором тяги практически незаметно в составе бортовой программы полета .

Типичные примеры использования в ракетных технологиях: Это программное обеспечение используется для работы с системами управления вектором тяги, применяемыми в баллистических ракетах и некоторых крылатых ракетах.

Применение в других областях: Аналогичное программное обеспечение может также использоваться в гражданской и военной авиации. Аэродинамические поверхности управления имеют сервоприводы и датчики положения, схожие с применяемыми в баллистических ракетах.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно представляет собой компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

2.D.6. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» систем, указанных в позиции 2.A.1.f.

Характер и назначение: Программное обеспечение возвращаемого аппарата используется для наблюдения за системами безопасности, взведения, зажигания и активации (САФФ), расположенными в аппарате.

Метод эксплуатации: Полезная нагрузка, содержавшая в боевом возвращаемом аппарате сконструирована с целью активации (взрыва, открытия, распыления заряда, и т. д.), только после того, как механизм САФФ получит сигнал и определит, что конкретные условия безопасности удовлетворены. Эти условия включают в себя получение сигналов времени, ускорения, торможения, давления, а также сигналов, производимых компьютерами и касающихся точности ракеты относительно заданной траектории, и других сигналов, указанных разработчиками.

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: Это программное обеспечение используется для поддержания безопасности возвращаемых аппаратов и их полезной нагрузки.

Применение в других областях: Нет данных.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно представляет собой компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Португалия
- Южная Корея
- Украина
- Соединенные
- Соединенные
- Штаты
- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы не отличаются от любых других носителей данных. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его назначение. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

Жидкостные ракетные двигатели, адаптированные в апогейные двигатели, чтобы обеспечить возможность полного сгорания спутника на предопределенной орбите всегда работают под давлением. Другими словами, турбонасосы не используются ввиду того, что в небольшие ракетные резервуары экономичней подавать давление с помощью бутылки, заполненной гелием под высоким давлением. На уровне подсистемы, программное обеспечение для использования жидкой апогейной двигательной установки включает в себя программу симуляции траектории; обычно эта программа симулирует движение в трех измерениях с шестью степенями свободы. Стандартные программы этого типа можно использовать в любой ракете или космическом пусковом аппарате любого размера, а некоторые из них общедоступны. Программы, адаптированные для конкретных апогейных двигателей, должны быть испытаны в условиях системы, для которой они были адаптированы.

Примечание:
«Программное обеспечение», контролируемое позициями 2.D.2 — 2.D.6, можно рассматривать как относящееся к категории II, если оно экспортируется с учетом гарантий о конечном использовании в заявленных целях при следующих условиях:
1. по позиции 2.D.2 — если оно специально разработано или модифицировано для жидкостных апогейных двигателей, разработанных или модифицированных для применения в ИСЗ, как указано в примечании к позиции 2.A.1.c;
2. по позиции 2.D.3 — если оно специально разработано или модифицировано для ракет с «дальностью» до 300 км или пилотируемых летательных аппаратов;
3. по позиции 2.D.4 — если оно специально разработано или модифицировано для возвращаемых аппаратов, предназначенных для невоенных полезных нагрузок;
4. по позиции 2.D.5 — если оно разработано для ракет, характеристики которых по «дальности» и «полезной нагрузке» не превышают характеристик систем, указанных в позиции 1.A;
5. по позиции 2.D.6 — если оно разработано для иных систем, чем те, которые указаны в позиции 1.A.

2.E. Технология

2.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позициях 2.A, 2.B или 2.D

Характер и назначение: «Технология», контролируемая согласно разделу 2.E.1. включает в себя инструкции и экспертизу для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в пунктах 2.A, 2.B или 2.D

Метод эксплуатации: Техническая помощь имеется в нескольких формах. Техническая помощь может состоять из инструктажа, предоставленного экспертом, специализирующимся на одной или более контролируемых областях (например, жидкотопливные ракетные двигатели), который действует в качестве преподавателя в классной комнате на территории производства или поблизости. Страна может получить техническую помощь от одной или нескольких консультационных служб, специализирующихся на процессе контроля или закупки труднодоступных компонентов или материалов. Также, страна может получить техническую помощь, отправив студентов в другие страны, владеющие необходимой технологией, для получения и практики навыков, необходимых для постройки требуемых систем. Любые руководства и материалы, полученные во время обучения, могут быть квалифицированы как «технические данные».

Примеры типичного использования в ракетных технологиях: За небольшими исключениями, техническая помощь, необходимая для постройки систем баллистических ракет, используется только с этой целью. Как упоминалось ранее, исследовательские ракеты, используемые в исследовании погоды, после незначительной доработки могут быть преобразованы в баллистические ракеты. «Технологии», используемые в каждом из устройств, имеют много сходств.

Применение в других областях: Нет данных

Внешний вид (заводской): Нет данных

Внешний вид (комплектный): Нет данных

Категория II – Раздел 3

Компоненты и оборудование двигателя

Категория II – Раздел 3: Компоненты и оборудование двигателя

3.A.1. Турбореактивныеитурбовентиляторныедвигатели,включая;
a. двигатели, имеющие обе следующие характеристики:
1. максимальное значение тяги более 400 Н (достигнутое на стендовых испытаниях), исключая аттестованные для гражданского применения двигатели с максимальным значением тяги свыше 8890 Н (достигнутым перед установкой); и
2. удельный расход топлива не выше0,15кг/Н×ч(примаксимальнойпродолжительной мощности на уровне моря в стандартных и статических условиях);
b. двигатели, разработанные или модифицированные для систем, указанных в позиции 1.A или 19.A.2, независимо от тяги или удельного расхода топлива.

Примечание:
Двигатели, указанные в позиции 3.A.1, могут экспортироваться как элементы пилотируемых летальных аппаратов или в количестве, предусмотренном для использования в качестве запасных частей к пилотируемым летальным аппаратам.

Характер и назначение Турбореактивные и турбовентиляторные двигатели, управляемые согласно 3.A.1., – это двигатели, которые могут привести в действие беспилотные летательные аппараты (БЛА), включая крылатые ракеты, на большие расстояния. Они подобны по дизайну и принципу работы двигателям, используемым в пассажирских самолетах, только они меньше по размеру и мощности. Благодаря им, крылатые ракеты дальнего действия практичны с точки зрения эксплуатации.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенные Штаты
- Франция
- Индия
- Япония
- Южная Африка
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод эксплуатации: У газотурбинных двигателей есть несколько подкомпонентов, включая вентилятор (если двигатель турбовентиляторный), компрессор, камеру сгорания и турбину. Компрессор, который может состоять из одной или нескольких фаз чередования стационарных и вращающихся профилированных лопаток, всасывает воздух, создает давление и подает его в камеру сгорания. Камера сгорания – это огнеупорная труба, в которой воздух смешивается с испаренным топливом, а затем зажигается. Свечи зажигания (воспламенители) запускают сгорание, которое длится непрерывно после начала воспламенения. Продукты сгорания или выхлопные газы затем проходят в турбину, которая состоит из одной или нескольких фаз чередования стационарных и вращающихся профилированных лопастей. Турбина извлекает ровно столько энергии из газового потока, сколько необходимо для работы компрессора; оставшаяся энергия обеспечивает тягу. Газовый поток проходит в суживающийся трубопровод или сопло, чтобы довести до максимума тягу двигателя. В турбовентиляторном двигателе, перед компрессором имеется фаза нагнетания многолопастным вентилятором большого диаметра.

Типичные способы применения в ракетах: Эти легкие двигатели используются для приведения в действие БЛА, включая крылатые ракеты.





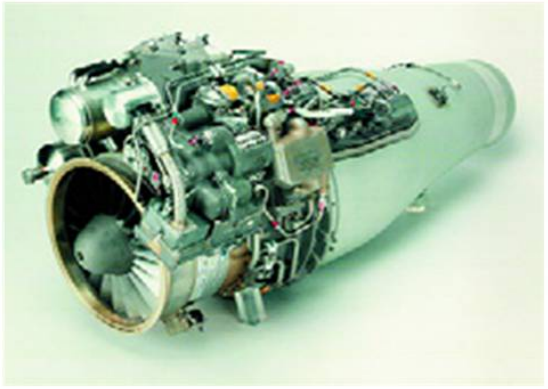


Рис. 1: *Слева*: Небольшой турбовентиляторный двигатель для крылатой ракеты на стенде испытания. («Руководство к приложению РКРТ по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 года)) *Вверху справа:* Турбовентилятор, используемый для приведения в действие ТПЛА БЛА. (Rolls Royce Group, plc) *Справа вниз:* Небольшой турбовентиляторный двигатель для крылатой ракеты. (Williams International)

Другие способы применения: Такие двигатели обычно предназначены не только для БЛА и ракет, и могут использоваться непосредственно в других аппаратах, в частности, пилотируемых летательных аппаратах и вертолетах. Газотурбинные двигатели также используются в судостроении и в энергопроизводстве, а также, в некоторых наземных транспортных средствах, эти двигатели используются в морских военных и гражданских судах.

Внешний вид (заводской): Основной турбинный двигатель цилиндрический по форме и меньше 1 м в длину и 0,5 м в диаметре. Многочисленные принадлежности, в частности, генератор переменного тока, гидравлический насос, топливный насос и клапан измерения, наряду с трубопроводами и проводами, видимы за пределами двигателя. Небольшие экономичные двигатели обычно весят от 30 до 130 кг; большие двигатели, например, двигатель, показанный на рис. 1 (справа вверху), имеют диаметры приблизительно в 1 м и длину в 3 м. Детали двигателя производятся из ряда материалов, как металлических, так и неметаллических. Общими металлическими материалами являются алюминий, сталь, титан и специальные сплавы. Неметаллические материалы, такие как тефлон, нейлон, углерод и каучук, используются для уплотнения и изоляции.

Внешний вид (комплектный): Двигатели обычно готовятся к отгрузке с помощью многошагового процесса. Покрывающие пластины устанавливаются над впуском и выхлопной системой двигателя и крепятся клейкой лентой. Двигатель покрывается защитной бумагой, а пакеты с осушителем крепятся поверх бумаги. Двигатель обертывается в гофрированный картон, вставляется в полиэтиленовый пакет, опускается в ящик для морских перевозок и размещается на пенопластовых блоках. После этого коробка заполняется пеной и запечатывается. Поскольку

двигатели крылатых ракет часто оснащены функциями самозапуска с помощью пиротехнических картриджей, при надлежащей упаковке в контейнеры для морских перевозок они обычно имеют маркировки, указывающие на наличие взрывчатых веществ.





Рис. 2: *Слева*: Ящик для доставки турбореактивного двигателя с предупреждающими ярлыками, необходимыми в связи с наличием пускового картриджа. (Teledyne Ryan Aeronautical) *По центру:* Небольшой турбовентиляторный двигатель в пластиковой упаковке, внутри ящика для морских перевозок. (Teledyne Ryan Aeronautical) *Справа:* Небольшой турбореактивный двигатель, подготовленный к отгрузке. (Teledyne Ryan Aeronautical)

3.A.2. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели, прямоточные воздушно-реактивные двигатели с организацией процесса горения в сверхзвуковом потоке, пульсирующие воздушно-реактивные двигатели и двигатели с комбинированным топливным циклом, включая устройства для регулирования процесса горения, и специально разработанные для них элементы, используемые в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.2.

Техническое примечание:

Двигатели с комбинированным топливным циклом, указанные в позиции 3.A.2., представляют собой двигатели, в которых в два или более циклов используются двигатели следующих типов: газотурбинные двигатели (турбореактивные, турбовинтовые, турбовентиляторные и турбовальные), прямоточные воздушно-реактивные двигатели, прямоточные воздушно-реактивные двигатели с организацией процесса горения в сверхзвуковом потоке, пульсирующие воздушно-реактивные двигатели, импульсные детонационные двигатели, ракетные двигатели (жидкостные/твердотопливные и гибридные).

Характер и назначение Прямоточные воздушно-реактивные и пульсирующие воздушно-реактивные двигатели – это реактивные двигатели внутреннего сгорания, которые сжигают топливо, смешанное с воздухом, и выделяют струю горячих выхлопных газов, приводя в движение летательные аппараты, включая крылатые ракеты. Поскольку у этих двигателей очень мало движущихся частей (у них нет механических компрессоров), они являются намного более простыми и потенциально менее дорогостоящими, чем турбореактивные или турбовентиляторные двигатели. Поскольку прямоточные воздушно-реактивные и пульсирующие воздушно-реактивные двигатели могут выдерживать значительно более высокие температуры сгорания, чем турбореактивные и турбовентиляторные двигатели, они являются единственным практичным вариантом для длительного полета на высоких сверхзвуковых скоростях. Двигатели с комбинированным циклом объединяют в себе две системы тяги (например, турбореактивная и прямоточная или пульсирующая) в одном блоке, чтобы была возможность их запустить после остановки с помощью сверхзвуковых скоростей. Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель также относится к реактивным двигателям без компрессора; однако, в отличие от прямоточных воздушно-реактивных двигателей, сгорание происходит периодически (пульсирует), и они могут создать тягу во время остановки.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Российская Федерация
- Швеция
- Франция
- Индия
- Япония
- Южная Африка
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Прямоточные воздушно-реактивные двигатели захватывают воздух и направляют его в двигатель при движении через атмосферу. Воздух сжимается «скоростным наддувом» и замедляется до дозвуковых скоростей с помощью диффузии внутри впускного трубопровода. Топливо добавляется, и смесь зажигается. Тяга создается благодаря выбросу горячих выхлопных газов через сопло. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели обычно работают в диапазоне числа Маха 2 и 3, но могут работать в широком диапазоне скоростей: от высоких дозвуковых чисел Маха до сверхзвуковых скоростей, до приблизительно числа 4 Маха. Основной недостаток прямоточных воздушно-реактивных двигателей в том, что они не могут создать тягу при нулевой скорости полета, поэтому их необходимо ускорять с помощью другого вида тяги до необходимой стартовой скорости, обычно 650 км/час или выше. Для этой цели при запуске часто используется небольшой ракетный двигатель, который отбрасывается после запуска прямоточного воздушно-реактивного или пульсирующего воздушно-реактивный двигателя.

«Scramjet» – это сокращение от «гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель». Он работает как прямоточный реактивный двигатель, но воздух, входящий в двигатель, замедляется в меньшей степени, и сгорание происходит, когда воздух набирает сверхзвуковую скорость. Гиперзвуковые прямоточные воздушно-реактивные двигатели обычно работают на скоростях между 5 и 7 числа Маха. Для достижения зажигания, гиперзвуковые прямоточные воздушно-реактивные двигатели должны быть форсированы до соответствующей скорости (свыше числа 4 Маха).



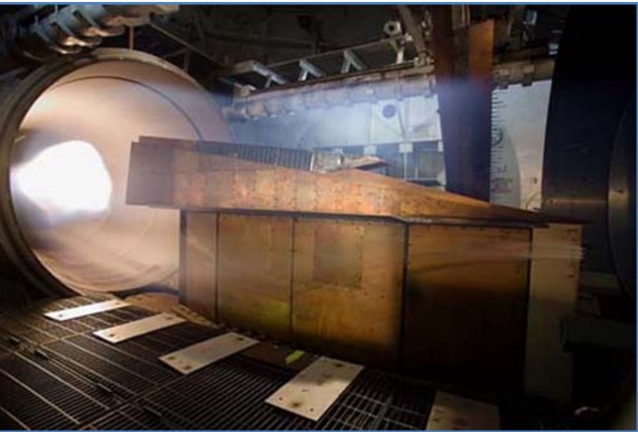




Рис. 3: *Сверху:* Большой прямоточный реактивный двигатель. (March Field Air Museum) *Посредине:* Гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель завершает испытание в аэродинамической трубе при значении числа 5 Маха. (Pratt & Whitney / NASA) *Внизу:* Современный пульсирующий реактивный двигатель с воздухозабором, расположенным в хвостовой части. (Thermojet)

Пульсирующий реактивный двигатель создает тягу при помощи серии взрывов, происходящих с приблизительной частотой резонанса двигателя. В одном варианте конструкции воздух втягивается через открытые клапаны впереди двигателя и нагревается введенным горящим топливом. Горящие газы расширяются; поскольку они увеличивают давление, они закрывают впускные клапаны и выходят единым потоком через выхлопную трубу. Давление в камере уменьшается по мере выхлопа газов, позволяя открыться передним клапанам, затем цикл повторяется. Функция впускных клапанов – предотвратить обращение потока при впуске. Однако предотвращение обращения потока возможно без использования клапанов, при правильном использовании конструкции трубопровода и благодаря

пониманию явлений волны. С помощью увеличения длины впускного трубопровода или использования ректификаторов потока (то есть, проходов меньшего сопротивления потоку в одном направлении, чем в противоположном направлении), можно попрепятствовать обращению потока. В некоторых конфигурациях пульсирующих воздушно-реактивных двигателей также сохранена тяга с помощью поворота впускного трубопровода на 180 градусов к набегающему потоку (против направления полета, а не по направлению потока). Пульсирующие воздушно-реактивные двигатели работают на дозвуковых скоростях.

Турбореактивный/прямоточный воздушно-реактивный двигатель с комбинированным топливным циклом работает как турбореактивный двигатель дожигания топлива, пока не достигнет высокой скорости Маха, при которой поток воздуха направляется в обход компрессора в дожигатель. Двигатель тогда работает как прямоточный воздушно-реактивный двигатель с дожигателем, действующим как камера сгорания прямоточного воздушно-реактивного двигателя.

Типичные способы применения в ракетах: Эти двигатели могут использоваться для приведения в действие крылатых ракет и других типов БЛА. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель и двигатели с комбинированным топливным циклом обеспечивают увеличенную скорость и производительность по сравнению с турбореактивными и турбовентиляторными двигателями с минимальным объемом и весом; однако они не особо экономичны. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели производят существенно больше мощности на объем единицы и обычно обеспечивают намного большую дальность и/или объем «полезной нагрузки», чем цельные двигатели ракеты. У пульсирующих воздушно-реактивных двигателей относительно низкая производительность и низкий КПД топлива, но они относительно просты в проектировании и производстве.

Другие способы применения: Прямоточный воздушно-реактивный двигатель и двигатели с комбинированным циклом (прямоточный турбо-реактивный двигатель) двигатели используются для приведения в действие высокоскоростных пилотируемых самолетов.

Внешний вид (заводской): Прямоточные воздушно-реактивные двигатели могут быть установлены в цилиндрических гондолах, прикрепленных к ракете в нескольких точках, или встроенных в корпус ракеты. Эти двигатели часто напоминают металлическую трубу с конической пробкой на впуске, чтобы управлять потоком воздуха, и расширяющимся коническим соплом на противоположном конце. Обычный прямоточный воздушно-реактивный двигатель для ракет может иметь длину от 2 до 4.5 м и диаметр от 0.3 до 1.0 м., а также весить до 200 кг. Пример относительно большого прямоточного воздушно-реактивного двигателя показан на рис. 2 (вверху). Гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель может походить на простую металлическую коробку с острыми входными отверстиями; разрабатываемый гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель для ракеты одноразового применения, запускаемой с воздуха, показан на рис. 2 (посредине). Пульсирующие реактивные двигатели характеризуются длинной цилиндрической полостью резонатора, в передней части которой подсоединен выпуклый механизм управления.

Внешний вид (комплектный): Эти двигатели упаковываются как турбореактивные и турбовентиляторные двигатели, описанные выше, в разделе 3.A.1.; однако они часто транспортируются в деревянных или металлических ящиках.

Устройства для регулирования сгорания в прямоточных воздушно-реактивных двигателях, гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателях, пульсирующих реактивных двигателях и двигателях с комбинированным циклом

Характер и назначение Прямоточные воздушно-реактивные двигатели, гиперзвуковые прямоточные воздушно-реактивные двигатели, пудьсирующие реактивные двигатели и двигатели с комбинированным топливным циклом часто должны работать в широком диапазоне скоростей, некоторые из которых могут ухудшить производительность двигателя. Устройства, которые регулируют сгорание, изменяя характеристики расхода топлива при полете, обычно интегрируются в двигатель. Основными элементами системы для регулирования прямоточных воздушно-реактивных двигателей являются сепараторы потока, системы впрыска топлива, стабилизаторы пламени и компьютер управления мощностью.

Метод эксплуатации: Система управления для прямоточного воздушно-реактивного двигателя выполняет две основных функции: поддерживает желательную работу двигателя в течение полета аппарата; и сводит к минимуму отклонения в работе во время переходных стадий.

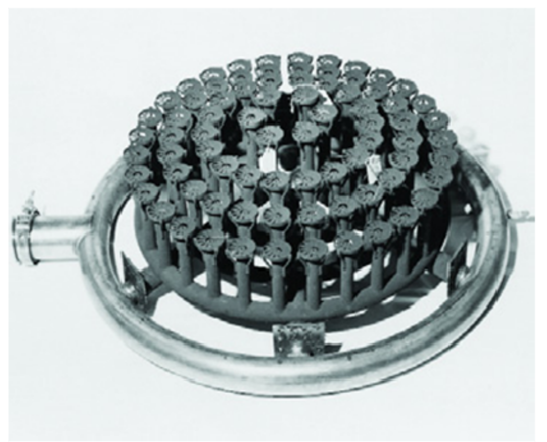
Типичные способы применения в ракетах: Устройства, которые регулируют сгорание, могут заставить эти двигатели работать эффективно в течение полета и, таким образом, увеличить скорость и дальность полета ракеты. Это обычно специальные устройства для конкретной функции двигателя и конфигурации ракеты.

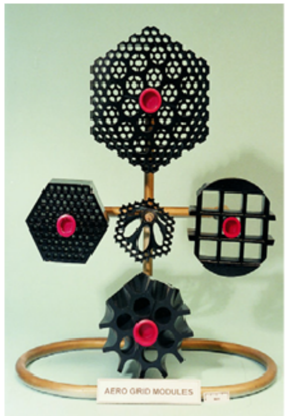
Другие способы применения: Сепараторы потока, впрыск топлива и устройства измерения, а также стабилизаторы пламени в прямоточных воздушно-реактивных двигателях подобны по принципу работы устройствам в турбореактивных двигателях дожигания топлива и турбовентиляторных двигателях. Однако эти устройства не являются взаимозаменяемыми.

Внешний вид (заводской): Устройства выправления потока, такие как сепараторы потока, пластины разделителя, поворачивающиеся лопасти, экраны или аэродинамические сетки сводят к минимуму отклонения воздушного потока и его отрицательное воздействие на топливное распределение и сгорание.

Топливо прямоточных воздушно-реактивных двигателей подается к секции сгорания с помощью насоса, в зависимости от используемых устройств измерения, таких как отверстия или клапаны. Топливные инжекторы рассеивают топливо в воздух в отсеке камеры сгорания. В прямоточных воздушно-реактивных двигателях в качестве необходимого условия полета требуется, чтобы топливный контроль (компьютер) определил надлежащее положение топливных устройств измерения потока. Эти системы обычно являются гидромеханическими, или все чаще электронными устройствами.

Существует несколько типов воспламенителей для прямоточных воздушно-реактивных двигателей. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели могут использовать электрическую искру, пиротехнику, или форсунки для жидких самовоспламеняющихся веществ или составов. Самовоспламеняющиеся жидкости впрыскиваются в область неподвижного воздуха в потоке стабилизатора пламени. Для обеспечения многократных запусков иногда используются избыточные количества жидкости зажигания. Стабилизаторы пламени используются как средство стабилизации процесса сгорания, и способствования дополнительному сгоранию. Стабилизатор пламени предназначен, чтобы создать область низкой скорости, в которую повторно попадают горячие продукты сгорания. Эти горячие газы затем служат средствами для зажигания свежей топливной смеси, по мере ее прохождения через дефлектор.





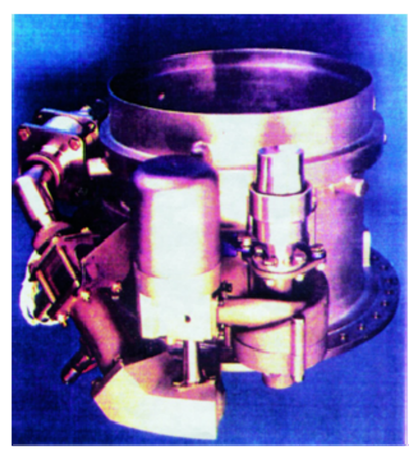


Рис. 4: ***Слева*****: Топливный коллектор и центробежная топливная форсунка для прямоточного воздушно-реактивного двигателя. (Kaiser Marquardt)** ***По центру*****: Различные аэродинамические сетки, используемые для усиления воздушного потока в прямоточный воздушно-реактивный двигатель. (Kaiser Marquardt)** ***Справа*****: Система управления топливом для прямоточного воздушно-реактивного двигателя. (Kaiser Marquardt)**

Внешний вид (комплектный): Аэродинамические сетки, камеры сгорания и стабилизаторы пламени являются неотъемлемой частью прямоточного воздушно-реактивного двигателя и, таким образом, поставляются наряду с двигателем. К исключениям относятся топливные насосы, воспламенители или средства управления подачей топлива, которые могут поставляться отдельно и затем устанавливаться на корпусе двигателя при сборке. Эти детали поставляются в деревянных или картонных контейнерах.

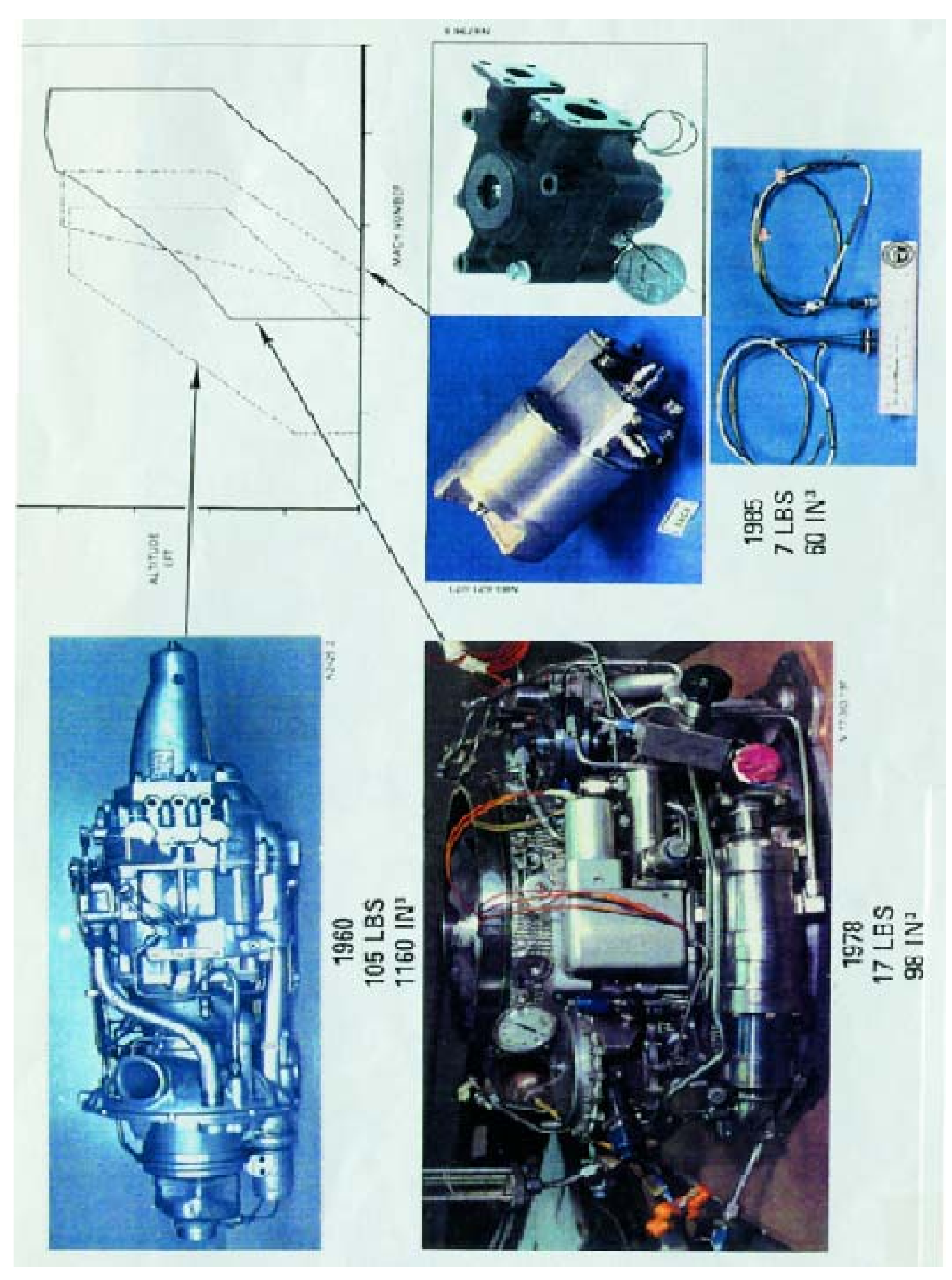


Рис. 5: Технология управления подачей топлива в прямоточный воздушно-реактивный двигатель существенно продвинулась с 1960-х годов. (Kaiser Marquardt)

3.A.3. Корпуса ракетных двигателей, элементы изоляции и сопла ракетных двигателей, используемые системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

Техническое примечание:
Указанные в позиции 3.A.3 элементы изоляции, предназначенные для применения в элементах ракетного двигателя, таких, как корпус, входная часть сопла и диафрагмы корпуса, представляют собой эластомерный листовой материал (вулканизированную или полувулканизированную резину), содержащий теплоизолирующий или огнеупорный наполнитель. Компенсаторы напряжения или защитные манжеты могут также рассматриваться как элементы изоляции.

Примечание:
Относящиеся к позиции 3.C.2 изоляционные материалы используются в виде листов или заготовок.

•Бразилия	Канада
•Китай	Франция
•Германия	Индия
•Израиль	Италия
•Япония	Норвегия
•Российская Федерация	Южная Африка
•Швеция	Украина
•Соединенное Королевство	Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Корпуса двигателя ракеты – это главные структурные компоненты цельных или гибридных ракетных двигателей. Корпуса – это цилиндрические контейнеры топлива. Они используют специальные материалы, чтобы выдерживать перепады давления и высокую температуру сгорания.

Сопла ракеты – это констрикторы потока, имеющие форму колокола или юбки, приспособленные к выхлопному концу цельного двигателя ракеты, ракетного двигателя на жидком топливе или гибридного двигателя ракеты. По конструкции, они управляют потоком горячих выхлопных газов, доводя до максимума скорость в желательном направлении и, таким образом, улучшая тягу.

Метод эксплуатации: Корпуса двигателей ракет – это сосуды под давлением, используемые для сдерживания горячих газов, созданных в ходе сгорания ракетного топлива. Во время запуска ракеты или полета горящее топливо производит большое количество газов сгорания. Эти горячие газы расширяются и ускоряются через сопло двигателя ракеты, создавая тягу. Внутреннее покрытие и изоляция имеют малую плотность и являются стойкими к высокой температуре, обеспечивая защитные слои между горящим топливом и корпусом.

Типичные способы применения в ракетах: Все цельные ракетные двигатели используют корпуса ракет и внутреннее покрытие или изоляцию. Такие корпуса обычно разработаны в соответствии определенным требованиям специфических ракет. Корпуса, внутреннее покрытие и изоляция крайне важны, чтобы поддержать целостность твердотопливных двигателей ракеты.

Сопла ракеты управляют газами сгорания, обеспечивая эффективную работу ракеты. Хорошо разработанные сопла ракеты улучшают «полезную нагрузку» ракетной системы и ее дальность. Сопла используются на больших отдельных платформах двигателя ракеты, которые обеспечивают главную тягу баллистической ракеты; на малых контольных двигателях, которые управляют, отделяют или раскручивают ракету вдоль ее курса полета; и на ракетах-носителях, которые запускают БЛА, включая крылатые ракеты.

Другие способы применения: Материалы корпусов двигателей используются в изделиях, требующих высокого давления, таких как трубопроводы. Некоторые огнеупорные материалы, используемые для внутренней обшивки или изоляции двигателей ракеты, используются в военной или гражданской промышлености. Двигатели ракеты (и следовательно сопла) используются для приведения в действие экспериментальных пилотируемых летательных аппаратов, таких как X-1 и экспериментальный самолет X-15.



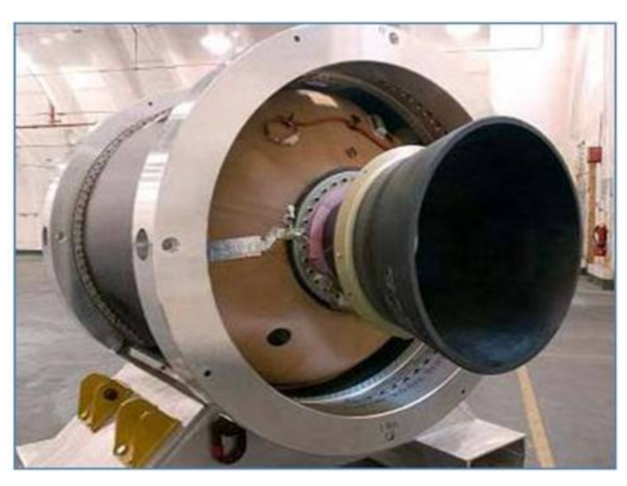


Рис. 6: ***Слева*****: Набор сложных корпусов двигателя ракеты, разработанных для широкого диапазона заданий, включая первые, вторые и третьи ступени ракет-носителей. (ATK)** ***Справа*****: Двигатель ракеты, установленный в корпус ракеты, функционирующий как двигатель третьей ступени ракеты-носителя. (ATK)**

Внешний вид (заводской): Корпус двигателя ракеты – это большой, стальной или композитный цилиндр со сфероидальными или эллипсоидальными куполами с обоих концов. Корпус ракетного двигателя из раздела 2.A.1.c. обычно превышает 4 м в длину и 0.5 м в диаметре. В каждом из куполов обычно имеется отверстие; маленькое отверстие в переднем конце - для воспламенителя или других внутренних деталей двигателя, и большое отверстие в задней части - для сопла. Набор корпусов двигателя ракеты, отображающих эти особенности, показан на рис. 6. Внутреннее покрытие – это тонкий слой специальных химикатов, способствующих прикреплению твердого топлива к изоляционному покрытию корпуса. Покрытие обычно крепится к корпусу перед топливным баком.

При транспортировке внутренняя изоляция корпуса может отсутствовать. Изоляция двигателя ракеты обычно производится из синтетического эластичного материала, такого как этилен-пропилен монодиен, полибутадиен, неопрен или нитриловый каучук. Изоляционный материал содержит кремний или асбест и напоминает серый или зеленый лист резины толщиной приблизительно в 2–6 мм.

Форма сопла ракеты подобна песочным часам (сходящяяся-расходящяяся) или конусу и направлена в задний конец хвостовой части из узкой горловины кормовой части твердотоплевного двигателя.

На рис. 7 показан срез твердотопливного двигателя ракеты и как сопло входит в кормовую часть двигателя. Современные сопла твердотопливного двигателя ракеты почти всегда производятся из композитных углеродных материалов или сочетаний углеродистого соединения и кремния с фенолическими материалами. Секции из композитного углерода обычно черные; фенолические секции часто желтые.

Ракетные двигатели на жидком топливе могут использовать сопла из композитного углерода, но обычно они используют металлические материалы, такие как сплавы нержавеющей стали или титан и ниобий. Металлические сопла имеют серый оттенок разной интенсивности, и могут иметь металлическую внешнюю поверхность и внутреннюю поверхность из неметаллических материалов, таких как кусковой графит или фенолический кварц, стойких к высоким температурам выхлопных газов.

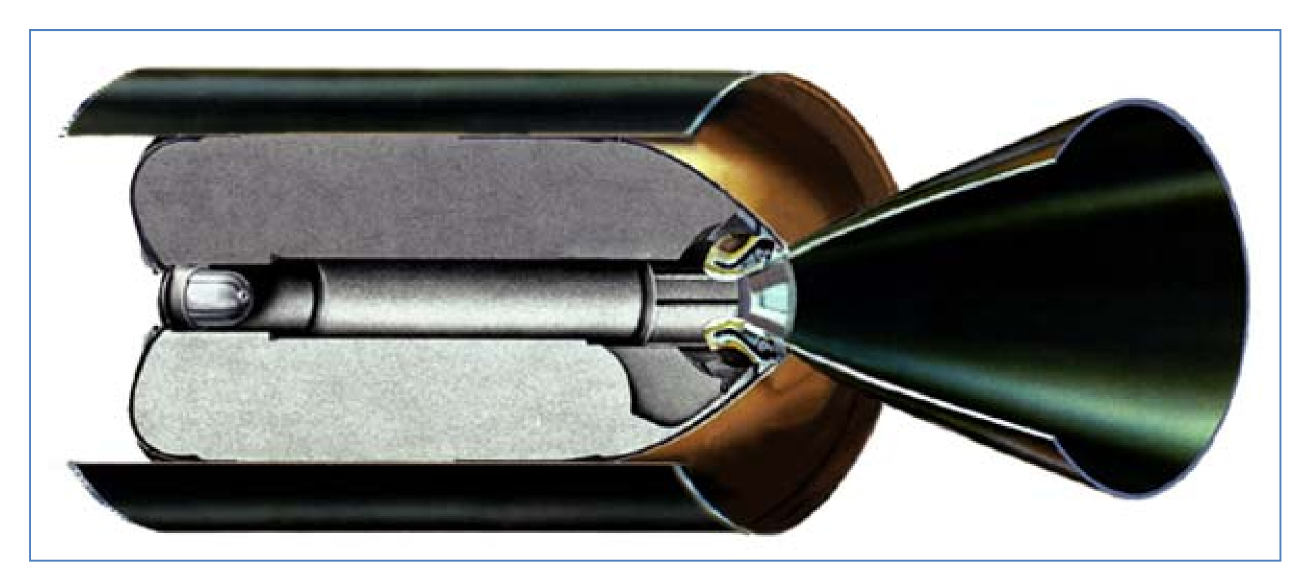


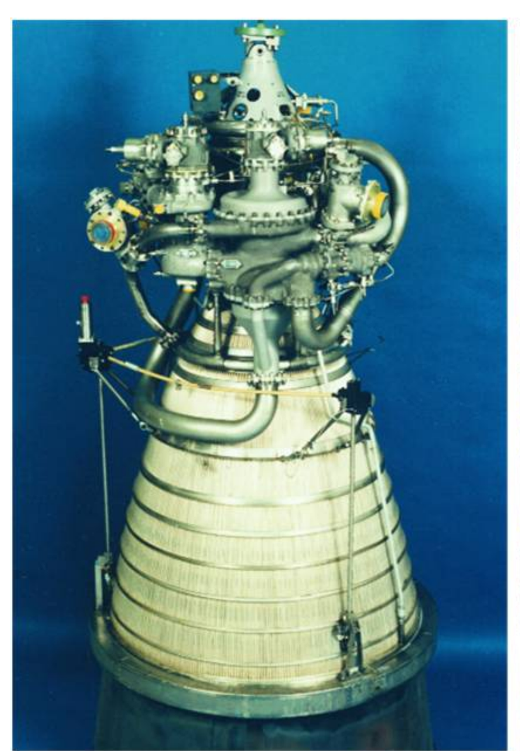
Рис. 7: Срез твердотопливного двигателя ракеты, показывающий, как оно вставляется. (Aerojet)

Размер сопла зависит от размера ракеты и способа применения. Большие сопла для твердотопливнх двигателей, все чаще сконструированы как передвижные сопла. В этом случае в передней части сопла имеются устройства и изоляторы, присоединяющие его к куполу кормовой части путем вставки буртиков в гнезда. У этих сопел могут иметься 2–4 ушка на внешней стенке, к которым закрепляются приводы головок движения, или приводы головок могут быть подсоединены около горловины. Новейшие сопла могут быть раздвижными, то есть они хранятся в сдвинутом виде и раздвигаются до полного размера при необходимости. Сопла, предназначенные для двигателей ракет на жидком топливе, обычно являются регенеративно охлаждаемыми. Они производятся из серии металлических труб, сваренных вместе, формируя сопло, или путем прослаивания листа рифленого металла между внутренней и внешней стенкой. Топливо впрыскивается в большой коллектор около основания сопла; поскольку оно течет через проходы, оно поглощает высокую температуру и охлаждает сопло.



Рис. 8: Двигатель ракеты с большим неподвижным соплом. Двигатель используется на носителе. (ATK)

Внешний вид (комплектный): Корпуса двигателей ракеты транспортируются в больших деревянных или металлических ящиках, содержащих упаковку из пенопласта или другого материала для защититы от ударов при транспортировке. Обшивка корпуса редко транспортируется или передается отдельно. Изоляционный материал поставляется в больших рулонах до 1 м в ширину и 0.5 м в диаметре, в запечатанных коробках.







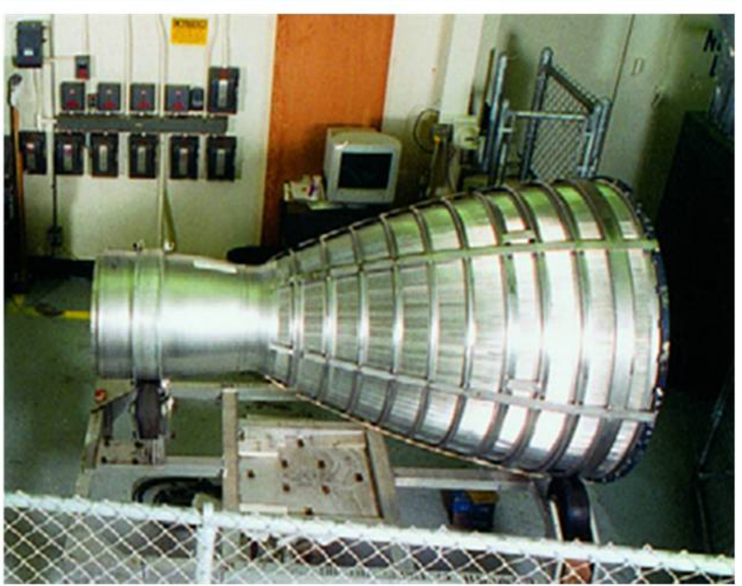


Рис. 9: *Вверху слева*: Двигатель с большим регенеративно охлаждаемым соплом. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.) *Слева внизу*: Установка изоляции внутри корпуса двигателя ракеты из филаментного волокна. (Thiokol Corp.) *Вверху справа*: Корпус двигателя ракеты при осмотре после применения тепловой изоляции. (Fiat Avio) *Справа внизу*: Вид сбоку регенеративно охлаждаемого сопла. (Boeing)

Контейнеры для морских перевозок ракетных сопел бывают двух типов, в зависимости от размера сопла. Небольшие сопла с выходным диаметром не больше 50 см укладываются в адаптированные контейнеры, или даже металлические коробки. Большие сопла обычно укладываются в контейнеры для морских перевозок из дерева или стекловолокна. Могут также использоваться защитные пластмассовые покрытия, в зависимости от воздействия данного судоходного контейнера на окружающую среду.

3.A.4. Механизмы стыковки и разделения ступеней, а также отсеки между ступенями, используемые в системах, указанных в позиции 1.A.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Франция
- Индия
- Италия
- Северная Корея
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение Ступенчатые механизмы обеспечивают безопасное и надежное отделение двух ступеней ракеты после прекращения тяги более низкой ступени. Это отделение достигается благодаря относительно простым механизмам разделения, самый обычный из которых включает взрывчатые болты и гибкие линейные заряды. Взрывчатые болты скрепляют ступени ракет со специальными несущими промежуточными ступенями с фланцами на концах и по сигналу взрываются, отделяя ступени друг от друга. Встроенный механизм взрывчатых болтов и линейных зарядов используется для формирования окружного разреза в покрытии и конструкции промежуточной ступени, обеспечивая отделение. Механические, гидравлические или пневматические устройства могут использоваться для содействия в отделении ступеней. Такие механизмы, как шариковые замки используются для отделения «полезной нагрузки» от верхней ступени ракеты в самом конце полета с работающим двигателем.

Промежуточная ступень – это цилиндрическая или усеченная структура в форме конуса, которая соединяет две ступени ракеты (см. рис. 10, слева и по центру). Промежуточная ступень – это простая по принципу деталь оборудования, однако необходимые подключения к электросети, механизмы разделения и высокие коэффициенты силы к весу усложняют процесс ее адаптации к определенным ракетам. Конструкция промежуточной ступени может также представлять собой каркас из стоек без обшивки. Назначение промежуточной ступени состоит в поддержании целостности ракеты во время запуска и полета, и в обеспечении отделения ступени без повреждений других компонентов ракеты или отрицательного воздействия на скорость.

Метод эксплуатации: Когда топливо на любой ракетной ступени почти заканчивается, система наведения дает команду средствам разделения отделить использованную более низкую ступень от промежуточной ступени, соединяющей ее со следующей ступенью. Этот электронный сигнал запускает детонаторы, которые в свою очередь запускают механизмы разделения, в частности, взрывчатые болты или линейные запалы, которые разрушают соединения конструкции и электропроводки, таким образом отбрасывая пустую ракетную ступень Если атмосферные силы лобового сопротивления недостаточно сильны для отделения, механические, гидравлические или пневматические пружины сжатия, помещенные между этими двумя ступенями, поспособствуют отсоединению. Использованным ступеням иногда требуются обратные ускорители или тяга, чтобы предотвратить столкновение ступеней до следующего воспламенения. Когда ракетные ступени соединены при помощи стойки, верхняя ступень загорается до отделения от более низкой ступени. Как только двигатели верхней ступени заработают, промежуточная степень отделится. Сила двигателей верхней ступени помогает в отделении ступеней и не нуждается в механизмах разделения.

Типичные способы применения в ракетах: Во всех многоступенчатых ракетах требуются механизмы соединения и отделения ступеней. Одноступенчатые ракеты с отделением боеголовок также нуждаются в механизмах разделения.





Рис. 10: ***Слева*****: Большая центральная секция корпуса из композитного материала предназначена для ракеты-носителя. (ATK)** ***По центру:*** **Типичная секция промежуточной ступени ракеты. (ATK)** ***Справа*****: Набор взрывчатых болтов, предназначенных для использования в ракетах-носителях и других военных целях. (Accra Tronics Seals Corporation)**

Промежуточные ступени переносят силу тяги от более низких до верхних ступеней баллистических ракет во время запуска двигателя ракеты. Большинство конструкций предполагает тонкие обшивки для уменьшения лобового сопротивления и создания аэродинамического потока между ступенями. Они также содержат механизмы разделения для сброса более низких ступеней. При сбросе использованной ступени улучшается дальность ракеты (по сравнению с одноступенчатой ракетой), однако сброс должен произойти четко и в надлежащий промежуток времени, воизбежание повреждения ракеты или отклонения от траектории.

Другие способы применения: У предварительно упакованных устройств, таких как взрывчатые болты, есть другие военные предназначения, в частности, для запуска оружия или отделения внешних топливных баков от самолетов-истребителей. Взрывчатые болты и линейные гибкие запалы широко используются в нефтедобывающей промышленности для резки крупных труб. Пружины сжатия используются в промышленности для амортизации и выравнивания грузов.

Внешний вид (заводской): Взрывчатые болты похожи на большие крепежные болты с корпусом поверх головки. Как правило, их размер составляет 7–10 см в длину и 1–2.5 см в диаметре, а вес 50–75 г (см. рис. 10, справа). Корпус содержит снаряд и имеет провода или кабели, соединенные с внутренними детонаторами, которые, как правило, нуждаются в постоянном источнике тока. Встроенные механизмы разделения на ступени почти всегда используют взрывчатые болты, которые являются мягкими металлическими трубками в форме шеврона из свинца или алюминия, заполненного взрывчатым веществом, как правило, циклотетраметилентринитрамином или циклотетраметилентетранитрамином. Система взрывчатых болтов прикрепляется к внутренней конструкции промежуточной ступени при помощи металлических скрепок, соединяющих ступени, и при запуске небольшим детонатором, разрушает каркас и обшивку, отбрасывая ступень. Трубки имеют серый металлический цвет, а взрывчатое вещество – беловато-серый цвет. Ширина, высота и вес на единицу длины зависятт от толщины материала, который необходимо пробить.

Шаровые замки не содержат взрывчатых веществ и иногда используются в системах отделения «полезной нагрузки». Внутри их находится соленоид/пружина/шарикоподшипник, который позволяет выполнить мягкое отделение; снаружи они очень напоминают взрывчатые болты, то есть, выглядят как промышленные болты с корпусом на головке и двумя проводами. Пружины сжатия, используемые для отделения ступеней, являются длинно-тактными (10–20 см) устройствами с малым диаметром (2–4 см), устанавлемыми в канистрах в нескольких точках (минимум три) оправы промежуточной ступени. Эти стальные канистры содержат стальные пружины или поршни и имеют встроенные фланцы для присоединения к промежуточной ступени. Гидравлические и пневматические поршни имеют встроенные резервуары для жидкости, чтобы герметизировать блоки при сборке ступеней.

Промежуточная ступень – это коническая или цилиндрическая конструкция, обычно произведенная из композитного графита того же внешнего диаметра, что и ракетные ступени, к которым она подсоединяется (см. рис. 11). Она имеет соединяющие конструкции на каждом конце и точку подсоединения устройства разделения на одном из концов. Она имеет видимые опорные рамки внутри конструкции, а также кольца или рамки на каждом конце для ее подсоединения к ракетным ступеням. Длина промежуточной ступени обычно равна приблизительно половине внешнего диаметра сопла двигателя вышестоящей ступени. Как описано выше, промежуточная ступень также может представлять собой открытый каркас без обшивки.

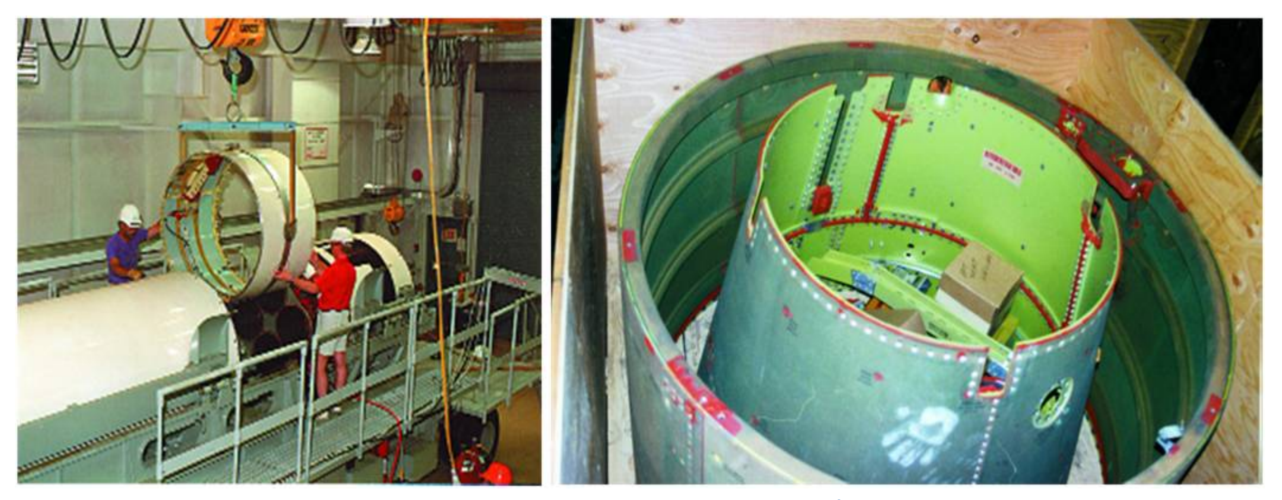


Рис. 11 *Слева:* Промежуточная ступень, размещенная для прикрепления. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание» (май 2005 года)) *Справа:* Две промежуточные ступени в транспортировочном контейнере. (Ibid)

Внешний вид (комплектный): Взрывчатые болты отправляются в простых картонных коробках с большим количеством пены или другого амортизирующего материала для предотвращения сотрясения. Должным образом отправленные коробки отмечаются ярлыками «Взрывоопасно» или «Осторожно: снаряды» и отправляются согласно ограничениям, регулирующим взрывчатые материалы. Механизмы взрывчатых болтов и линейных зарядов различной длины обычно транспортируются в обшитых и защищенных деревянных коробках. Они также должны быть отмечены ярлыками «Опасно», поскольку они подвергаются тем же транспортным ограничениям, что и другие взрывоопасные вещества. Шаровые замки могут быть упакованы и отправлены без соблюдения правилтранспортировки вщрывчатых веществ и не иметь никаких отличительных признаков или ярлыков на упаковке. Пружины сжатия отправляются в несжатом состоянии в картонных коробках.

Промежуточные ступени обычно отправляются сборщику ступеней ракеты в сделанных на заказ деревянных контейнерах от производителя.

3.A.5. Системы регулирования подачи жидких и суспензированных топлив (включая окислители), а также специально разработанные для них элементы, используемые в системах, указанных в позиции 1.А, и разработанные или модифицированные для работы в условиях вибрационных перегрузок свыше 10 g (среднеквадратичное значение) в диапазоне частот 20 Гц-2 кГц.

Примечания:

1. К указанным в позиции 3.A.5 элементам относятся только сервоклапаны и насосы со следующими характеристиками:

a. сервоклапаны, рассчитанные на расход, равный или более 24 л/мин. при абсолютном давлении, равном или более 7000 кПа, имеющие время срабатывания силового привода не менее 100 мс.

b. насосы для жидких компонентов топлива с числом оборотов вала, равным или превышающим 8000 об/мин., или с давлением на выходе, равным или превышающим 7000 кПа.

2. Системы и их элементы, указанные в позиции 3.A.5, могут экспортироваться как составные части ИСЗ.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Франция
- Индия
- Италия
- Северная Корея
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение Ракетные системы управления управляют давлением и объемом жидкого топлива или жидкого раствора, текущего через пластину инжектора в камеру сгорания ракетного двигателя. При помощи высокого давления или турбокомпрессоров жидкое топливо выталкивается из резервуаров топлива и окислителя в камеру сгорания под высоким давлением. К системам резервуаров под высоким давлением относятся баки, сервоклапаны и линии подачи, поддерживающие непрерывность и плотность потока топлива во время высокого ускорения при запуске ракеты. Турбокомпрессоры увеличивают давление ракетного топлива до уровней, необходимых для работы двигателей высокого расхода с мощной тягой. Сервоклапаны могут использоваться для управления скоростью турбокомпрессора и, таким образом, управления тягой.





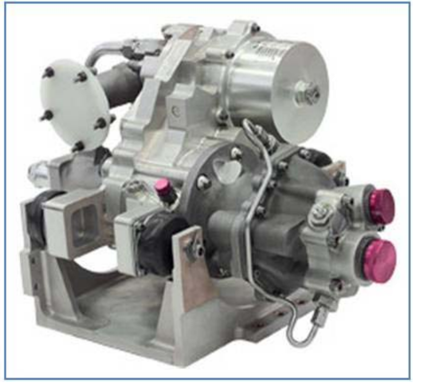


Рис. 12: *Слева*: Современный распределительный клапан жидкого топлива. (Allied Signal Aerospace) *По центру:* Пластина инжектора жидкого топлива. (Boeing) *Справа:* Блок турбокомпрессора для ракеты-носителя. (Hamilton Sundstrand)

Метод эксплуатации: В системах резервуара давления используетя бак с высоким давлением, часто называемый «бутылкой», несущий газ наддува, такой как азот или гелий, при давлении до 70 000 кПа. Газ наддува выпускается в ракетные резервуары через регулятор давления. Газ наддува выталкивает топливо и окислитель через распределительные клапаны в инжектор в головной части камеры сгорания. Тяга регулируется при открытии и закрытии распределительных клапанов на соответствующую величину.

Сервоклапаны обеспечивают близкую к точной реакцию с помощью системы управления обратной связью. Их использование крайне важно для контроля мощных систем, таких как передовые ракетные системы на жидком топливе. Они являются сложными электромеханическими устройствами, управляющими потоком топлива внутри путем балансировании сил тяги с обеих сторон поршня привода головок, который регулирует положение игольчатого клапана. Управляющий сигнал обычно перемещает маленький поршень (гидравлический усилитель), который допускает переменное давление в одну сторону поршня привода головок. Он перемещается до тех пор, пока не установится новый баланс при новой скорости потока. Клапаны сервомотора - обычно самые дорогостоящие, чувствительные и хрупкие из всех клапанов, потому как их отверстия легко загрязняются.

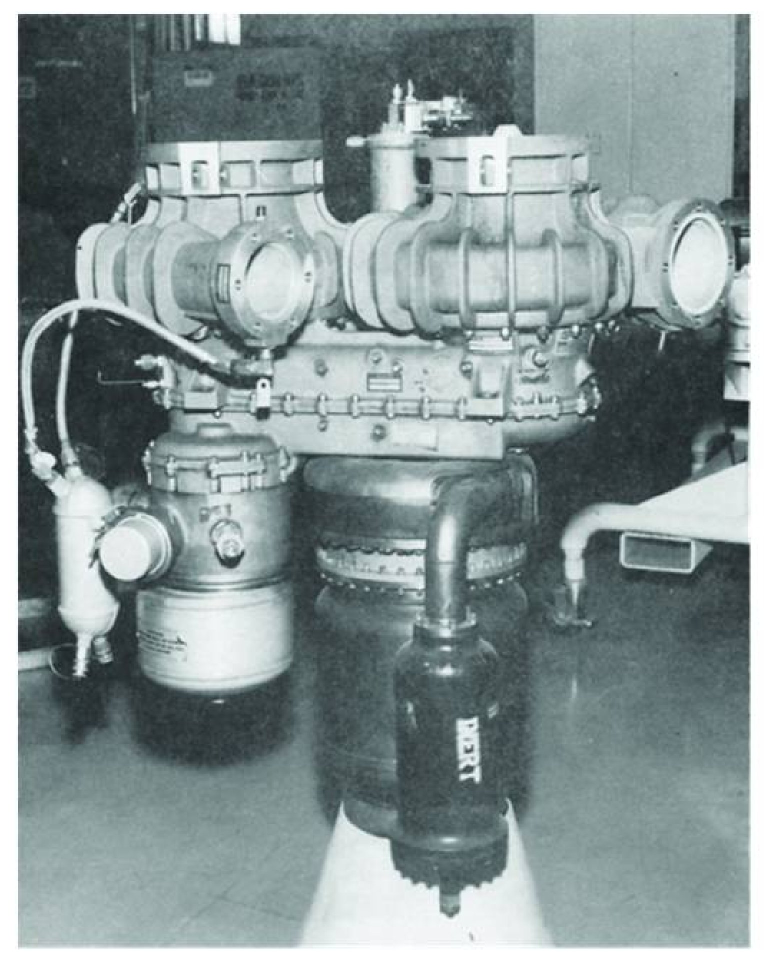
Турбокомпрессоры толкают топливо в камеру сгорания под давлением до пятидесяти раз больше, чем давление, при котором обычно хранится топливо. Турбокомпрессоры приводятся в действие при горении части топлива ракеты в газовом генераторе; его выхлопные газы приводят в действие турбину насоса. Турбокомпрессоры для ракет обычно вращаются в диапазоне 8 000–75 000 об./мин. Тяга двигателя регулируется за счет изменения потока топлива в газогенератор (иногда сервоприводом клапана), и тем самым, изменения скорости турбины турбокомпрессора и подачи топлива в камеру сгорания.

Типичные способы применения в ракетах: Все ракетные двигатели на жидком топливе используют либо систему, питаемую давлением, либо насосную систему подачи топлива. Питаемые давлением системы могут быть разработаны для определенного двигателя или собраны из компонентов двойного использования. Турбокомпрессоры обычно разрабатываются для определенного двигателя.

Другие способы применения: Клапаны сервомотора распространены в системах управления жидкостями с обратной связью. В гражданской авиации широко используется система контроля за топливом и гидравликой для пилотируемых самолетов. Другие способы использования предусматривают точную обработку жидкостей, как например в химической промышленности. Турбинные насосы для бурения популярны в нефтеперерабатывающей и буровой промышленности.

Внешний вид (заводской): Клапаны сервомотора очень напоминают релейные клапаны или цилиндрические линии с трубоподобными стержнями для ракетных входных и выходных отверстий в металлическом корпусе. Большинство клапанов и кожухов производятся из нержавеющей стали. Однако эти клапаны больше двухпозиционных, поскольку они имеют устройство позиционирования с обратной связью. Современный распределительный клапан жидкого топлива показан на рис. 12 (слева), а пластина инжектора жидкого топлива показана на рис. 12 (по центру).

Турбокомпрессоры обычно размещаются в металлических ящиках и параметрируются для определенных целей. Хотя они напоминают турбокомпрессоры пассажирского или грузового автомобилей, они намного больше по размеру и могут весить несколько сотен килограммов. Турбокомпрессоры для ракетных двигателей на жидком топливе могут иметь отдельный насос и блок турбины для каждого типа топлива (например, для топлива и для окислителя), или единый блок, объединяющий оба насоса и турбинный механизм двигателя. Блок турбокомпрессора для ракеты-носителя показан на рис. 12 (справа). Для турбокомпрессоров характерны ребристые корпуса, благодаря их прочности и малому весу; однако некоторые турбокомпрессоры имеют гладкие металлические корпуса.





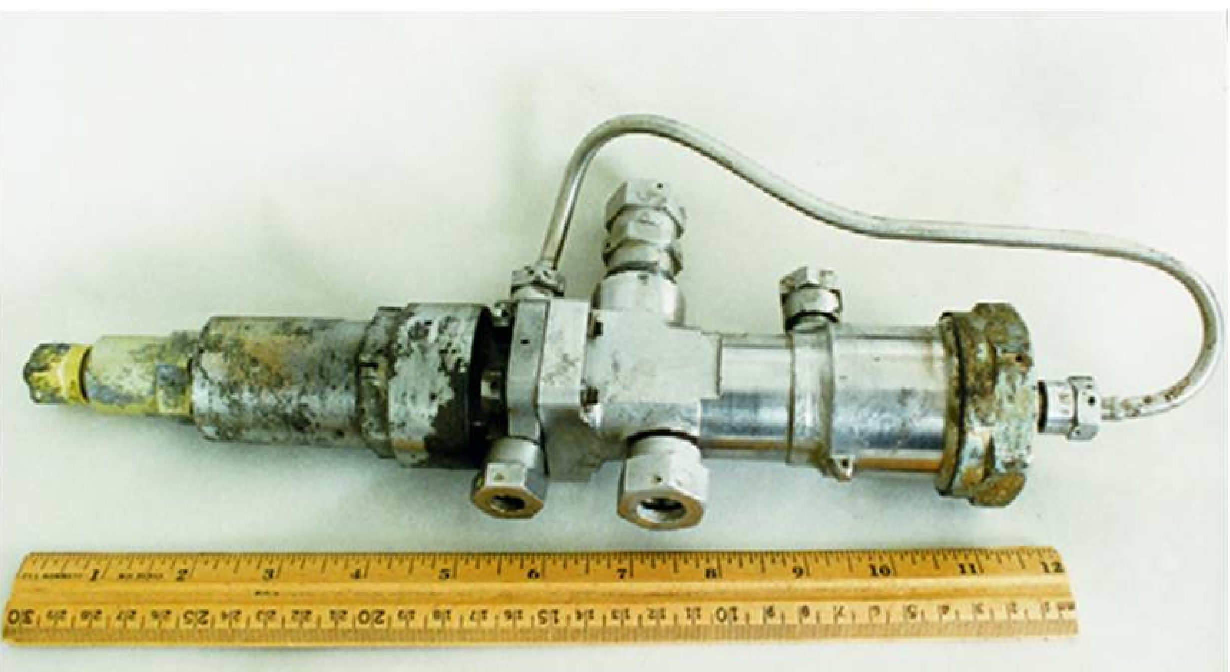


Рис. 13: ***Вверху слева*****: Блок многовального турбокомпрессора. (Aerojet)** ***Вверху справа:*** **Одновальный турбокомпрессор. (Aerojet)** ***Внизу:*** **Сервоклапан ракеты Scud. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 года))**

Внешний вид (комплектный): Сервоклапаны упаковываются как другие клапаны, особенно клапаны включения/выключения. Входные и выходные отверстия запечатываются заглушками для предотвращения загрязнения. Клапаны помещаются в вакуумные полиэтиленовые пакеты или запечатанные полиэтиленовые пакеты, заполненные азотом или аргоном, чтобы содержать клапаны в чистоте и сухости. Иногда они упаковываются в двойные пакеты и обычно отправляются в контейнере, часто из алюминия с отформованной набивкой из пены. Маленькие турбокомпрессоры часто упаковываются и отправляются в контейнерах из алюминия. В зависимости от размера и особенностей интерфейса, большой турбокомпрессор может быть упакован и отправлен в изготовленной на заказ транспортировочной коробке со встроенными креплениями насоса. Турбокомпрессоры могут также быть отправлены как аварийный комплект, в котором отдельные компоненты упаковываются для сборки после получения.

3.A.6. Гибридные ракетные двигатели и специально разработанные для них элементы, используемые в системах, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2.

Характер и назначение Гибридные ракетные двигатели используют твердые и жидкие виды топлива, как правило, твердое топливо и жидкий окислитель. Поскольку потоком жидкого окислителя можно управлять, гибридные двигатели можно дросселировать или полностью остановить, а затем перезапустить. В гибридных ракетных двигателях таким образом сочетается простота твердотопливных двигателей с управляемостью двигателей на жидком топливе.



Рис. 14: Гибридная зондирующая ракета. (НАСА)

Метод эксплуатации: Гибридные двигатели зондирующих ракет используют либо резервуары под давлением, либо насосы для подачи окислителя в камеру сгорания, которая покрыта твердым топливом. Насосы приводятся в действие газовым генератором, работающем на собственном топливе или бдагодаря другому источнику топлива. Жидкий окислитель сжигает твердое топливо в полой камере, и горячие, расширяющиеся газы выводятся через сопло на сверхзвуковой скорости для обеспечения тяги. Как и в ракетном двигателе на твердом топливе, внешний кожух камеры сгорания в большей мере защищается от высоких температур самим топливом, поскольку оно сгорает изнутри.

- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные способы применения в ракетах: Гибридные двигатели ракет могут использоваться для запуска ракет-носителей, зондирующих ракет и баллистических ракет.

Другие способы применения: Нет данных

Внешний вид (заводской): Гибридный ракетный двигатель имеет инжектор окислителя в верхней части корпуса и сверхзвуковое сопло - в нижней части. Инжектор имеет клапаны и трубопровод,

ведущий либо от резервуара под давлением, либо от резервуара и насоса. Камера сгорания обычно изготавливается из стали или титана, - в этом случае она черного или серого цвета, или из графитного композитного материала или стеклопластика на основе эпоксидной смолы желтого или коричневого цвета. Камера покрывается густым твердым топливом, которое может иметь одну из многочисленных конфигураций и форму полого в центре цилиндра, концентрических цилиндров, или колес фургона. Сопла производятся из абляционного материала, часто коричневатого цвета, или из жаростойких металлов, и могут иметь жаростойкие вставки в горловинах (см. рис. 14).

Внешний вид (комплектный): Гибридные ракетные двигатели транспортируются полностью или частично собранными; их резервуары и соответствующее оборудование упаковываются отдельно от камеры сгорания и присоединенных сопел. Полностью собранные блоки упаковываются в деревянные ящики; компоненты упаковываются в деревянные ящики или прочные картонные коробки. По закону ящики маркируются предупреждающими этикетками о наличии взрывчатых веществ или пожароопасности, потому как боевые ракеты тработают на твердом топливе. Однако, поскольку двигатели содержат только топливо, без окислителя, они менее опасны, чем обычные ракетные двигатели твердого топлива.

3.A.7. Радиальные шариковые подшипники качения, имеющие все допуски, соответствующие классу точности 2 по международному стандарту ISO 492 (или классу точности ABEC-9 по стандарту 20 ANSI/ABMA, или другим национальным эквивалентам) или более высокому классу, и все следующие характеристики:
a. внутренний диаметр — от 12 до 50 мм;
b. внешний диаметр — от 25 до 100 мм; и
c. ширина — от 10 до 20 мм.

Характер и назначение Радиальные шарикоподшипники, произведенные в соответствии жестким техническим требованиям, используются в аэрокосмической отрасли, в особенности, в турбокомпрессорах боевых ракет, а также во всех типах газотурбинных двигателей летательных аппаратов.

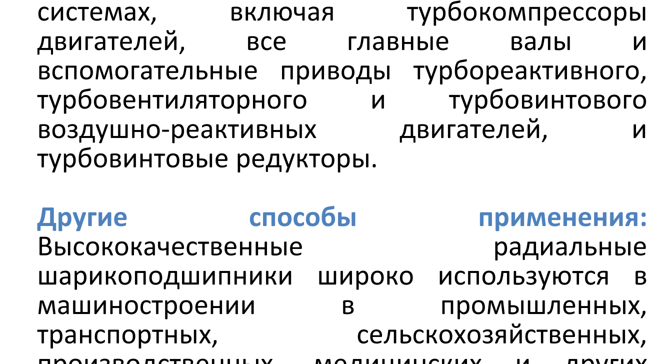
Метод эксплуатации: Радиальные шарикоподшипники (иногда называемые шариковыми обоймами) распространены во всех типах аппаратов. Тело качения подшипников этого типа позволяет движущимся частям оборудования функционировать мягко, с минимальным трением. Шариковые обоймы – это круглые металлические кожухи, образующие внутреннее и внешнее кольца, и содержащие шарики. Одна из обоем обычно держится в неподвижном положении внутри аппарата, в то время как другая поддерживает вращающийся вал. Шарики свободно вращаются внутри обоймы вместе с дорожкой, поддерживающей вращающийся вал. Радиальные шарикоподшипники поддерживают радиальные и осевые грузы.



Рис. 15: Радиальные шарикоподшипники, произведенные согласно классу допуска ISO 492, требуемому в разделе 3.A.7. (GMN)

- Аргентина
- Бразилия
- Канада
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Индонезия
- Италия
- Япония
- Малайзия
- Мексика
- Польша
- Румыния
- Российская Федерация
- Сингапур
- Швеция
- Таиланд
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные способы применения в ракетах: Радиальные шарикоподшипники имеют широкий диапазон применения в ракетных системах, включая турбокомпрессоры двигателей, все главные валы и вспомогательные приводы турбореактивного, турбовентиляторного и турбовинтового воздушно-реактивных двигателей, и турбовинтовые редукторы.

Другие способы применения: Высококачественные радиальные шарикоподшипники широко используются в машиностроении в промышленных, транспортных, сельскохозяйственных, производственных, медицинских и других целях.

Внешний вид (заводской): Металлическая двойная кольцевая конструкция серебристого цвета, с гладким, иногда отполированным покрытием. Шарики обычно видны внутри обойм, и обоймы вращаются свободно (см. рис. 15).

Внешний вид (комплектный): Радиальные шарикоподшипники обычно упаковываются в маленькие картонные коробки с обозначением изготовителя.

3.A.8. Емкости для жидкого ракетного топлива, специально разработанные для топлив, контролируемых позицией 4.C, или других жидких топлив, используемых в системах, указанных в позиции 1.A.1.

Характер и назначение: Топливо составляет большую часть веса ракеты и закачивается в большие внешние резервуары для хранения перед запуском. Для хранения топлива и окислителя используются отдельные резервуары, воизбежание вступления их в реакцию и возгорания. Жидкий кислород и жидкий водород – это широко используемые типы окислителя и топлива в резервуарах жидкого топлива; типичным примером является внешний резервуар (ВР), содержащий топливо большой ракеты-носителя многократного использования. ВР имеет два отдельных бака для окислителя и топлива, соединенные промежуточным резервуаром, который передает топливо и окислитель из нижних баков в верхние, а также выступает в качестве опорной конструкции для смежных твердотопливных ускорителей (см. рис. 16).

- Германия
- Япония
- Соединенные Штаты
- Российская Федерация

Глобальное производство



К другим типам жидкого топлива относятся смеси керосинового топлива и жидкого кислорода; четырехокись азота (N2O4) и несимметричный диметилгидразин; и четырехокись азота в сочетании со смесью керосина/бензина, все из которых широко используются в различных ракетных системах.

Резервуары жидкого топлива и ракетные системы, основным компонентом которых они являются, имеют много преимуществ перед системами на твердом топливе. Жидкое топливо высоко по плотности, что позволяет сэкономить объем и, соответственно, - массу летательного аппарата, таким образом увеличивая потенциал «полезной нагрузки» и дальность. Жидкие топлива можно также дросселировать, закрыть и повторно зажечь по необходимости, что обеспечивает намного более управляемую и контролируемую общую производительность ракетной системы. Субкомпоненты, необходимые для достижения такой степени контроля, также делают резервуары и двигатели жидкого топлива чрезвычайно сложными.

Метод эксплуатации: Жидкое топливо, такое как жидкий водород или керосин, при смешивании с окислителем, таким как жидкий кислород, производит чрезвычайно горячий газ в большом объеме. Эти соединенные типы жидкого топлива именуются двухкомпонентным ракетным топливом. Некоторые ракеты работают на одном типе топлива, или на монотопливе, таком как гидразин (катализатором которого является гранулированный глинозем с иридиевым покрытием), или перекись водорода. Монотопливо хранится в титановом или алюминиевом резервуаре сферической формы и форсируется в ракетные двигатели при помощи азота или гелия под давлением; это топливо менее эффективно, чем двухкомпонентное ракетное топливо.



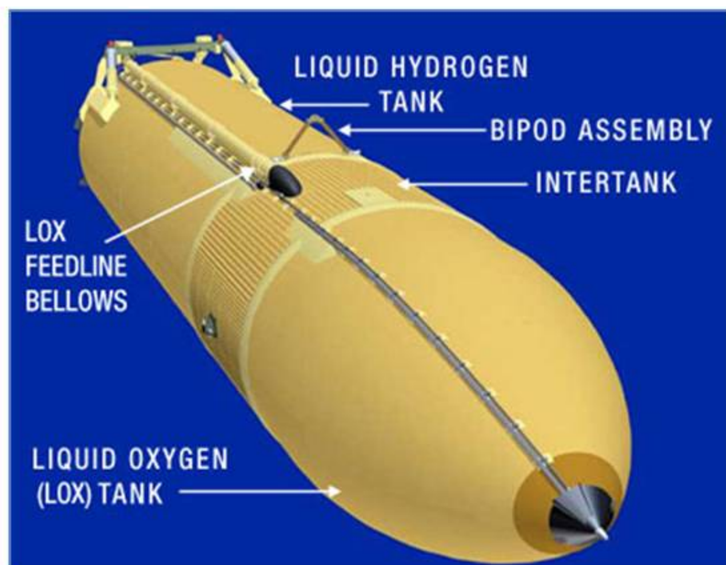


Рис. 16 *Слева:* Типичный резервуар жидкого топлива разработан для ряда применений в аэрокосмической отрасли. (EADS) *Справа:* Диаграмма внешнего резервуара, используемого в двигателе космической ракеты-носителя, показывающая отдельные баки для окислителя и топлива. (НАСА)

Резервуары для жидкого кислорода и водорода разрабатываются для поддержания жидкости внутри при очень низких температурах; в случае ВР, -297 градусов по Фаренгейту для жидкого кислорода и -423 градуса по Фаренгейту для жидкого водорода. Турбулизаторы потока в резервуарах препятствуют колебанию жидкостей, которое может неблагоприятно повлиять на полет ракеты. Жидкий водород подается в двигатели через цилиндрические секции двигателя, скрепляемые большими кольцевыми рамами, и расположенными внутри внешнего резервуара между верхним и нижним сферическими резервуарами. Вся конструкция прикреплена к раме, которая получает и распределяет нагрузки, поступающие от твердотопливных ракетных ускорителей и их соединительных распорок. Баки жидкого топлива обычно почти в 3 раза больше по вместительности, чем резервуары для жидкого окислителя.

При запуске, жидкое топливо подается из этих резервуаров в ракетный двигатель. Объем и давление топлива, проходящего в камеру сгорания двигателя, контролируются системами

управления ракеты, которые полагаются на силу тяжести, высокое давление, турбокомпрессоры, и/или какую-либо их комбинацию. Сервоклапаны используются для управления скоростью турбокомпрессора и, таким образом, - ускорением и скоростью. Резервуары высокого давления – до 70 000 кП – используют азот или гелий в газообразной форме, которые впускаются через регуляторы внутрь резервуаров топлива. Взрыв, происходящий в камере сгорания при смешивании и зажигании окислителя и топлива, производит тягу, вызванную выхлопом газов из сопла на чрезвычайной скорости, что быстро приводит к ускорению ракеты.

Типичные способы применения в ракетах: Эти резервуары являются основным компонентом любой большой ракеты-носителя и ракетной системы на жидком топливе. Это топливо составляет большую часть объема и веса ракеты; причем двигатель занимает не более 15% длины ракетной ступени.

Другие способы применения: Резервуары жидкого топлива также используются во многих спутниках и аппаратах для космических исследований.

Внешний вид (заводской): Ракетные резервуары обычно производятся в форме эллипсоида, полусферы или купола, от 4 до 10 м в длину и от 0,5 м до 4 м в диаметре (см. рис. 16, слева). Снаружи они могут быть серебристо-алюминиевыми по цвету, с глянцевым покрытием, поскольку они изготовлены из высокопрочной стали, алюминиево-литиевого сплава или титана, или бледно-коричневатого цвета, благодаря изоляционному покрытию, или блестящего черного или темно-серого цвета, благодаря графитовому или смоляному покрытию.

Внешний вид (комплектный): Ракетные резервуары являются дорогостоящими критически-важными компонентами любых ракет, и поэтому они транспортируются в специально разработанных контейнерах с противоударными опорами и внутренними распорками, которые предотвращают движение груза при транспортировке. Вес при погрузке колеблется от 240 до 320 кг на $м^3$.

3.A.9. «Турбовинтовые двигатели», специально разработанные для систем, указанных в позиции или 1.A.2 или 19.A.2, и специально разработанные для них элементы, с максимальным значением тяги свыше 10 кВт (достигнутым перед установкой в стандартных условиях на уровне моря)исключая аттестованные для гражданского применения двигатели.

Техническое примечание:

Для целей позиции 3.A.9 «Турбовинтовой двигатель» охватывает все нижеуказанное:
a. турбовальный двигатель; и
b. систему силовой трансмиссии для передачи вращающего момента на воздушный винт.

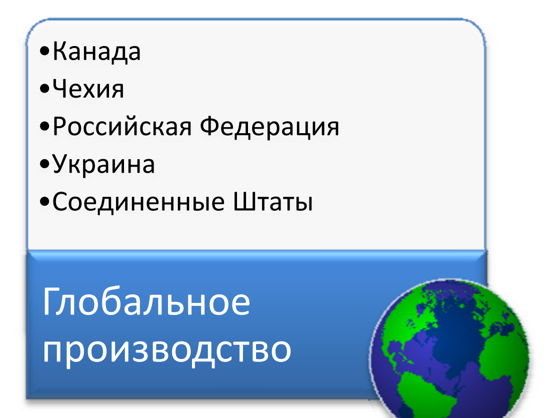
Характер и назначение Турбовинтовые двигатели – это газотурбинные электростанции, оснащённые воздушно-реактивным двигателем, работающие на авиационном керосиновом топливе (AVTUR) и приводящие в действие пропеллер коробкой передач с редуктором.

Метод эксплуатации: Турбовинтовые двигатели работают по тому же принципу, что и турбореактивный двигатель, всасывая воздух на впускном отверстии и поднимая его давление компрессором, смешивая сжатый воздух с топливом в камере сгорания и сжигая его. Расширяющиеся газы проходят через турбину, которая приводит в действие компрессор. Поскольку турбина и компрессор соединены валом, который проходит через центр двигателя, процесс непрерывен.

В турбовинтовом двигателе турбина также соединена с пропеллером коробкой передач. По сравнению с турбореактивным двигателем, который зависит от высокой кинетической энергии

газов, подающихся в реактивный двигатель через сопло в задней части, турбина турбовинтового двигателя захватывает больше энергии расширения, полученной сгоранием для приведения в действие пропеллера. Чтобы сделать это, у турбины, разработанной для турбовинтового двигателя, есть дополнительные стадии по сравнению с турбореактивным двигателем, и турбовинтовой двигатель производит только низкую остаточную реактивную тягу. Турбовинтовой двигатель может иметь дизайн с двумя валами, и в этом случае пропеллер приводится в действие турбиной низкого давления.

Простыми словами, турбовинтовой двигатель медленно перемещает большую массу прохладного воздуха за пределы двигателя через относительно медленный пропеллер, по сравнению с турбореактивным двигателем, где меньший заряд горячего газа проходит быстро и шумно через двигатель. Турбовинтовой двигатель лучше всего подходит для воздушных транспортных средств, летающих на скорости до 400 миль/час (645 км/ч, 378 узлов). До этой скорости турбовинтовой насос особо экономичен и хорошо подходит для полетов с большей дальностью или с большей продолжительностью. Он имеет четкие эксплуатационные преимущества над поршневыми карбюраторными двигателями при работе в этом режиме и, вероятно, будет более надежным и будет иметь более длинный срок службы, чем поршневой двигатель.



Все турбовинтовые двигатели должны иметь коробки передач с редуктором с высоким передаточным числом для уменьшения скорости турбины до рабочей скорости для пропеллера, и эта коробка передач объединена с двигателем. Пропеллер – отдельная единица, обычно новая разработка типа подачи постоянной скорости с переменным шагом, которая зависит от автономного механизма, производящего перемену шага лопастей при подключении к источнику энергии, а также управляющего скоростью вращения пропеллера. Полная система турбовинтового двигателя с ее пропеллером и коробкой передач соответственно более дорога в производстве, чем турбореактивный двигатель, и расценивается как намного менее подходящая для однократного применения.

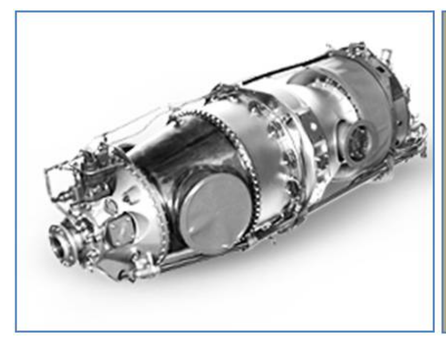
Использование турбовинтовых двигателей, с целью повышения скорости полета воздушно-транспортных средств до скорости звука проблематично. Более высокая мощность двигателя требует большего числа лопастей пропеллера или увеличения диаметра пропеллера, но скорости наконечника пропеллера должны быть сохранены в дозвуковом диапазоне. Вес, а также осложнение, растут, если используются соосные пропеллеры противоположного вращения. Турбореактивный и турбовентиляторный двигатели больше подходят для тяги, близкой к скорости звука. В теории дизайн турбовинтового двигателя, известный как дизайн с открытым ротором или вентилятором, который использует чрезвычайно изогнутые лопасти пропеллера, предлагает перспективу более высоких скоростей, таких как скорости реактивного двигателя, но эта технология двигателей все еще находится на стадии развития.

Типичные способы применения в ракетах: Турбовинтовые двигатели могут использованны как источник электроэнергии для беспилотных воздушных аппаратов, особенно для аппаратов, рассчитанных на большую дальность или на миссии с большой продолжительностью полёта. Турбовинтовые двигатели не имеют технических данных для приведения в действие баллистических ракет или высокоскоростных крылатых ракет, но они обеспечивают воздушному аппарату такие технические данные, как нормальная скорость, относительная тишина, хорошие технические данные для нагрузки, а также выгодный расход топлива для большой дальности или

большей продолжительности полета. Очевидно, что существует потенциал для развития турбовинтового БЛА типа летающей бомбы, работающего на умеренных скоростях на чрезвычайно больших дальностях.

Другие способы применения: Турбовинтовые двигатели используются в большом разнообразии легкой и средней военной и гражданской авиации, и в некоторых аппаратах на воздушной подушке. Газотурбинные двигатели, тесно связанные с турбовинтовыми двигателями летательных аппаратов, широко используются в насосах и генераторных установках.

Внешний вид (заводской): Турбовинтовые двигатели - это цилиндрические единицы, характеризованные внешним кожухом, диаметр которого может варьироваться на протяжении всей его длины. Турбовинтовые двигатели редко соответствуют классическому расположению реактивного двигателя, где вентилятор компрессора виден спереди, а открытая выхлопная труба видна сзади. Вместо этого турбовинтовой двигатель обычно напоминает трубу, закрытую с обоих концов. Потребление обычно видимо, хотя не всегда спереди двигателя. Кожух может содержать топливные трубы, термопары и различные дополнительные коробки. Турбовинтовой двигатель тяжелее идентифицировать без пропеллера. Узел установки пропеллера - это диск малого диаметра в конце двигателя с несколькими просверленными отверстиями по окружности, и штифт-фиксаторы.





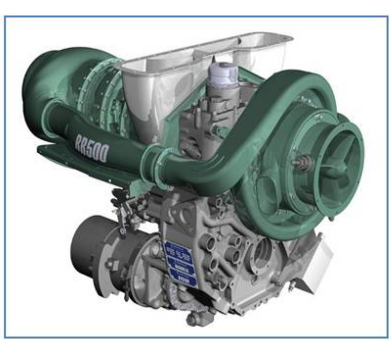


Рис. 17: ***Слева*: Турбовинтовой двигатель, используемый для приведения в действие БЛА, управляемого согласно пункту 19.А.2 РКТР. (Pratt & Whitney Canada) *В центре:* Турбовинтовой двигатель, используемый для приведения в действие БЛА, управляемого согласно пункту 1.А.2 РКТР. (Honeywell) *Справа:* Турбовальный двигатель предназначен для использования в целом ряде приложений БЛА. (Rolls Royce, plc)**

Газотурбинные двигатели чрезвычайно компактны и имеют высокую удельную мощность на единицу массы. Турбовинтовой двигатель, способный к производству 900 кВт, может быть чуть меньше 2 м в длину и 0,5 м в диаметре, и может быть принят за нагреватель или промышленный насос вне авиакосмической среды. Большие турбовинтовые двигатели могут быть 3,5 м в длину и весить больше чем 1 тонну. С установленным на нем пропеллером, турбовинтовой двигатель трудно спутать с чем-либо другим.

Внешний вид (комплектный): Турбовинтовой двигатель обычно должен устанавливаться горизонтально на транзитном или обслуживающем стенде, который включает в себя основу (иногда на колесах) и люльку, поддерживающую двигатель на удобной высоте для обработки, представляющую возможность подъема двигателя с помощью погрузчика с вилочным захватом. Стенд может быть оснащен устройствами уменьшения ударного воздействия для транспортировки. Воздухозаборник(и) покрывается заглушками для защиты, а укомплектованный двигатель может быть полностью покрыт специально изготовленным пластмассовым жилетом, который закрывается с помощью крепежей и застежек. Отдельное покрытие иногда применяется к пропеллеру когда он установлен. Иначе двигатель и пропеллер могут быть покрыты пластмассовым листом. При перевозке турбовинтовые двигатели могут быть в деревянных ящиках или в специально изготовленных стекловолоконных или металлических контейнерах.

Когда пропеллеры отделены от двигателя, они обычно перевозятся или хранятся вертикально на треугольном стенде, с поддержкой в центре. В большинстве обстоятельств, упакованный турбовинтовой двигатель сопровождается документами, содержащими данные о его техническом обслуживании и режиме обслуживания.

3.B. Испытательное и производственное оборудование

3.B.1. «Производственные мощности», специально разработанные для оборудования или материалов, указанных в позициях 3.A.1, 3.A.2, 3.A.3, 3.A.4, 3.A.5, 3.A.6, 3.A.8, 3.A.9 или 3.C.

Характер и назначение «Производственные мощности» подсистемы - зачастую промышленные районы, разработанные для производства главных сборочных единиц, перечисленных в 3.A.1., 3.A.2., 3.A.3., 3.A.4., 3.A.5., 3.A.6., 3.A.8., 3.A.9. и 3.C. Там может быть оборудование, чтобы проверить эти устройства на уровне отдельных компонентов и в сборке, до передачи подсистемы на хранение или на основную сборочную станцию. Турбореактивные, турбовентиляторные и турбовинтовые двигатели, разработанные, чтобы привести БЛА в действие, могут быть изготовлены в «производственных мощностях» гражданской или военной авиации. Предприятия смешивания твердого топлива, как большинство взрывчатых отраслей промышленности, часто строятся в изолированных районах, удаленных от населенных районов, для обеспечения защиты и безопасности. Механизмы отделения ступеней ракеты включают в себя пиротехнические средства и заряды особой формы, чтобы рызорвать листовой металл промежуточного отсека, соединяющего ракетные двигатели. Эти предприятия обычно имеют плакаты об опасности и взрывобезопасности.

Метод эксплуатации: Сборочные стойки и крепления используются для поддержки, выравнивания и сборки отдельных компонентов, таких как турбореактивные, турбовентиляторные и турбовинтовые двигатели, баки для топлива и окислителя, корпуса и блоки двигателей. Пресс-формы, штампы и оправки разрабатываются уникально и используются в производстве составных частей. Мостовые краны используются для перемещения ракетных компонентов из транспортировочных контейнеров и грузовых тележек на сборочный стенд. Пиротехнические устройства устанавливаются на промежуточных отсеках в отдаленно расположенных предприятиях. Соответсвующие материалы и производственные процедуры особо важны для производства надежных насосов жидкого топлива и сервоклапанов.

Типичные способы применения в ракетах: «Производственные мощности» используются, чтобы изготовить или произвести БЛА и подсистемы ракеты из сырья или собрать их из компонентов, импортированных из внешних источников. Законченные подсистемы загружаются в отдельные контейнеры или ящики и отправляются на предприятия длительного хранения или предприятия для окончательной сборки и использования.

Другие способы применения: «Производственные мощности», используемые для производства двигателей БЛА, управляемых РКТР, создания двигателей и моторов ракет, испытательного оборудования, а также может использоваться для производства продукции, связанной с гражданской и военной авиацией.

Внешний вид (заводской): Эти мощности могут использовать мостовые краны, чтобы переместить БЛА и подсистемы ракеты от одного сборочного стенда к другому или из одного цеха в другой. Сборочные стенды и крепления, используемые в производстве БЛА и ракет, обычно являются большими и тяжелыми структурами. Их полная длина и ширина примерно на 20–30 процентов

больше чем ракетная система, для сборки которой они были разрабатаны. Они весят сотни или даже тысячи фунтов. Мощности, производящие промежуточные отсеки, содержат взрывоопасные предметы, имеют подходящее заземление и другие снижающие опасность процедуры. Мощности, производящие промежуточные отсеки, связаны со складами взрывчатых веществ и могут быть расположены в отдаленных областях, находящихся далеко от населенных районов. Насосы жидкого топлива и сервоклапаны требуют специализированных материалов и оборудования точной обработки для производства надежной продукции.

Внешний вид (комплектный): БЛА, сборочные стенды ракеты и крепления часто слишком больши и тяжелы для упаковки и отправки на производственное предприятие как укомплектованные единицы. Вместо этого составные части отправляются отдельно в больших ящиках или защищаются на поддонах для сборки на месте. Они надежно прикрепляются к ящику, чтобы ограничить их движение и предотвратить повреждения. Оборудование меньшего размера может быть индивидуально упаковано в ящики или на поддоны для отгрузки.

3.B.2. «Производственное оборудование», специально разработанное для оборудования или материалов, указанных в позициях 3.A.1, 3.A.2, 3.A.3, 3.A.4, 3.A.5, 3.A.6, 3.A.8, 3.A.9 или 3.C.

Характер и назначение Каждый производственный объект подсистемы, разработанный для изготовления продукции, перечисленной в пунктах 3.A.1., 3.A.2., 3.A.3., 3.A.4., 3.A.5., 3.A.6., 3.A.8., 3.A.9. и 3.C. содержит специализированные сборочные стенды и крепления, необходимые для формирования, механизации, сборки и проверки двигательной установки и оборудования подузлов, определенных в пунктах 3.A.1., 3.A.2., 3.A.3., 3.A.4., 3.A.5., 3.A.6., 3.A.8., 3.A.9. и 3.C. Промышленное станочное оборудование используется, чтобы произвести компоненты турбореактивных, турбовентиляторных и турбовинтовых двигателей. Большое оборудование рентгена может быть доступным, чтобы проверить на пустоты и трещины в твердом ракетном двигателе ракеты. Электрическое и электронное испытательное оборудование используется, чтобы поддержать функциональное и эксплуатационное испытания привода головок и других простейших элементов.

Метод эксплуатации:

Турбореактивные и турбовентиляторные двигатели: Турбореактивные, турбовентиляторные и турбовинтовые двигатели, используемые для приведения в действие БЛА (включая крылатые ракеты), производятся с использованием, главным образом, той же технологии, которая используется для их больших аналогов в гражданской и военной авиационной промышленности. Эти двигатели изготовлены из температуро-стойких материалов с использованием стандартного набора инструментов авиации и процедур сборки.

Ракетные двигатели на твердом топливе: Оборудование, используемое, чтобы построить твердые ракетные двигатели, включает металлообрабатывающие станки, возможно, оборудование для изготовления изделий намоткой непрерывного действия, оборудование для дробления и фильтрации твердого топлива, оборудование для смешивания топлива (часто в вакууме), формы или оправки, чтобы сформировать ядро или поверхность горения, изгиб сопла и оборудование пиролизации, а также оборудование для управления вектором тяги на законченном двигателе.

Корпуса двигателя ракеты производятся из высокопрочной стали с разработанным размером и прочностью, или они создаются из композитных волокон, чтобы достичь легкости двигателей и прочности подобно стали.

Самым большим и характерным промышленным предприятием является станция смешивания ракетного топлива. Это предприятие достаточно большое для размещения компонентов ракетного топлива, смесителей и других инструментов, используемых для создания ступени двигателя. Компоненты твердого ракетного топлива смешиваются вместе в подходящем связующем веществе довольно долго, чтобы гарантировать, что соединение становится однородным. Если процесс соединения может быть закончен в вакууме, вероятность воздушных пустот или пузырей уменьшается. (Пузыри представляют увеличенные горящие поверхности, которые приводят к резкому увеличению давления и возможному повреждению корпуса

двигателя.) После того, как компоненты ракетного топлива смешиваются, смесь помещается в корпус ракетного двигателя твердого топлива. Есть три основных метода для того, чтобы загрузить корпус двигателя твердым топливом. Топливо можно вылить в корпус (процесс, известный как "заливка", иногда выполняемый под действием вакуума), закачать его в корпус, или, если у топлива есть достаточная механическая жесткость, отштамповать его через форму и вставить в корпус. Отштампованное топливо обычно используется для постройки меньших ракетных двигателей.

Изоляционный материал/обшивка: Ракетный двигатель твердого топлива должен иметь изоляционный материал между стенкой корпуса и топливом, чтобы препятствовать повреждению стенки корпуса из-за чрезмерно высокой температуры от сгорания. Эта изоляция часто является тонким слоем каучука или топлива без добавленного окислителя (так называемое "ингибированное топливо").

Сопла: Сопла для ракетных двигателей твердого топлива изготавливаются из графитового композиционного материала, и их производство требует специализированного оборудования. Они строятся из слитков, состоящих из конструкций полученных намоткой углеродных волокон, которые подвергаются термообработке, чтобы придать смоле и волокнам желательную форму. Далее эти слитки становятся плотнее при добавлении пропитанных смол и затвердевают при еще более высоких температурах, часто при повышенных давлениях в пределах инертной атмосферы. Процесс может быть повторен неоднократно, чтобы увеличить плотность последнего изделия, чтобы соответствовать критериям расчета. Для этого процесса могут использоваться изостатические прессы. Как только слитки сделаны, они обрабатываются до спроектированной формы сопла, используя стандартные промышленные станки механического цеха.

Ракетные двигатели жидкого топлива: CAD/CAM (автоматизированное проектирование и автоматизированное производство) программное обеспечение используется экстенсивно на сегодняшних ракетных фабриках и вспомогательных предприятиях, которые предоставляют составные части сборщику системы двигателя. Ддя двухпозиционных клапанов ракетного топлива, например, нужны фрезерные станки для производства металлических деталей, таких как корпуса, включая гнезда клапана, и игольчатые клапаны. Электромагнитные катушки присоединены к игольчатым клапанам, и клапаны помещаются в сборочные стенды (крепления) для сварки специализированным оборудованием. Также выполняются другие операции окончательной сборки. Собранные клапаны проходят множество осмотров, чтобы гарантировать, что они отвечают требованиям спецификации приобретения, осмотрам, для которых требуется специализированное оборудование. Проверки утечки требуют использования гелия с высоким давлением и газового хроматографа со способностью обнаружения, по крайней мере, к пяти частям за миллион. Во время производства и поставки выполняется ряд других приемочных испытаний.

Электрическая механическая обработка разгрузки (EDM) экстенсивно использовалась в изготовлении инжекторов. Когда она впервые была раработана, она управлялась креплениями установки и ручными средствами управления. В настоящее время, соединение управляемой компьютером EDM и CAD/CAM - норма.

У каждого компонента в жидкой двигательной установке есть аналогичный набор оборудования производства, чтобы изготовить компоненты и проверить, что они отвечают определенным требованиям. После того, как компоненты проверяются и поставляются в цех окончательной сборки, двигательная установка собирается и многочисленные измерения, и проверки осуществляются, чтобы подтвердить, что устройство как построено соответствует спецификациям проекта.

На том этапе можно установить систему на испытательном полигоне, чтобы произвести эксплуатационную проверку для подтверждения, что система отвечает требованиям. Устройства разделения промежуточного отсека изготавливаются в отдалённых районах, которые отвечают правилам техники безопасности со взрывчатыми веществами. Предохранительные и зарядные устройства проверяются, чтобы гарантировать, что пиротехнические устройства безопасны в обращении, но активизируются по команде. Проверка проводки электрозапального мостика подтверждает, что электрические выводы подсоединены ко взрывным детонаторам и что цепь через предохранительные и зарядные устройства замкнута.

Типичные способы применения в ракетах: Компоненты и блоки, произведенные на этих предприятиях, используются, чтобы построить или проверить турбореактивный, турбовентиляторный, турбовинтовой двигатели, прямоточный воздушно-реактивный двигатель, гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель, пульсирующий реактивный двигатель и двигатели с комбинированным топливным циклом, корпуса ракетного двигателя, механизмы ступеней ракеты, системы управления жидким топливом и резервуарами, а также обшивку и изоляцию, используемых в ракетных двигателях твердого топлива. Каждый из этих пунктов обязан производить или собирать БЛА, управляемый РКТР, или ракету.

Другие способы применения: Оборудование, используемое для производства двигателей БЛА, управляемых РКТР, ракетных двигателей твердого топлива, ракетных двигателей жидкого топлива, и связанное с ними испытательное оборудование, можно также использовать, чтобы создать продукцию, связанную с гражданской и военной авиацией, и сборочные узлы спутника или космического корабля.

Внешний вид (заводской): Оборудование и крепления, используемые в производстве ракетных двигателей твердого топлива, являются обычно большими и тяжелыми структурами. Смешивание и заливка топлива ракеты опасны, и эти процессы обычно происходят в изолированных местоположениях, чтобы минимизировать результаты взрыва или загрязнения окружающей среды. Там могут присутствовать трубопроводы большого диаметра и шахты большой вместимости, которые могут включать преприятия для завода вакуума в ракетный двигатель. Оправки в форме звезды или со множественными плавниками могут быть в наличии.

Производственные мощности для изготовления ракетных двигателей жидкого топлива в настоящее время меньше, чем несколько десятилетий назад, когда производились большие количества ракет и систем. Баллистические ракеты среднего диапазона и малые ракеты могут изготавливаться на предприятии, очень напоминающем любой большой, хорошо укомплектованный механический цех. Кроме того, требуется цех проверки качества, имеющий лаборатории, включая чистые комнаты и воздухообтекаемые станки, гранитные выравнивающие станки и т.д, с точными измерительными приборами, включая растровые электронные микроскопы (РЭМ), индикаторы содержания газа, способные определить содержание меньше чем 5 частей на миллион, и другие специализированные измерительные приборы по необходимости.

Внешний вид (комплектный): Новое оборудование или запасные части для таких цехов иногда слишком велики по размеру и весу, чтобы их упаковать и транспортировать на завод в сборе. Вместо этого составные части отправляются отдельно, в ящиках или на укрепленных поддонах для сборки на месте. Они надежно прикрепляются к ящику, чтобы ограничить их движение и предотвратить повреждения. Оборудование меньшего размера может быть индивидуально упаковано в ящики или на поддоны для отгрузки.

3.B.3. Координатные обкатные станки и специально разработанные для них элементы, которые:

a. в соответствии с техническими условиями изготовителя могут оснащаться числовыми программными устройствами или компьютером, даже если они не оснащены такими устройствами в момент доставки; и

b. могут обеспечивать одновременное управление контурной обработкой более чем по двум координатным осям.

Примечание:

Настоящий раздел не охватывает станки, которые не могут использоваться в «производстве» составных элементов конструкции двигателей (например, корпусов двигателей) для систем, указанных в позиции 1.A.

Техническое примечание:

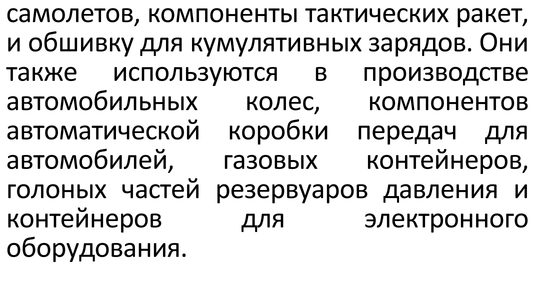
Станки, сочетающие функции вальцовочных и обкатных станков, для целей настоящего раздела рассматриваются как относящиеся к обкатным станкам.

Характер и назначение Оборудование для холодной раскатки - это крупные промышленные станки, используемые в тяжелой промышленности для производства деталей, четко соотвествующих измерениям. Они массивны у основания, что необходимо для поддержки крепежных роликов, оправок и других компонентов, и для поддержки необходимого давления жидкостей, воизбежание деформации. Источники питания, гидравлические домкраты и установочные винты также достаточно велики по размеру, чтобы противостоять силе пластического деформирования.

Метод эксплуатации: Станки холодной раскатки применяют процесс точечной деформации, посредством которого один или несколько роликов двигаются вдоль металлической заготовки, или преформы, и вдавливают ее во вращающийся шаблон или на оправку желательной формы.

Типичные способы применения в ракетах: Станки холодной раскатки используются для производства корпусов ракетных двигателей, полусферических окончаний и сопел.

Другие способы применения: Станки холодной раскатки используются в производстве многочисленных деталей для авиакосмической промышленности, включая детали коммерческих самолетов, компоненты тактических ракет, и обшивку для кумулятивных зарядов. Они также используются в производстве автомобильных колес, компонентов автоматической коробки передач для автомобилей, газовых контейнеров, голоных частей резервуаров давления и контейнеров для электронного оборудования.



Внешний вид (заводской): Станки холодной раскатки могут устанавливаться вертикально или горизонтально. Вертикальные конфигурации способны изготавливать крупные детали, благодаря выступающим, управляемым сервомотором кронштейнам, которые удерживают ролики и большую деформирующую силу. Роликовые кронштейны горизонтальных конфигураций не так длинны, как кронштейны станков вертикальной конфигурации. Пример станка холодной раскатки, используемого для изготовления сферообразных наконечников топливных резервуаров, показан на рис. 18 (вверху справа). Формы, подобные тем, что производятся в результате процесса холодной раскатки, можно изготовить в результате родственного вальцовочного процесса. Однако при вальцовочном процессе требуется меньше энергии для формования материала, поскольку толщина материала от преформы до готового изделия остается практически одинаковой. Специально разработанное производственное оборудование и мощности напоминают оборудование для аэрокосмической и другой промышленности, однако они обладают характеристиками, разработанными для каждой конкретной системы.

Внешний вид (комплектный): При транспортировке больших вертикальных станков необходимо, чтобы детали, оборудованные роликами, вертикальные колонки, и оправки упаковывались отдельно, в деревянных ящиках. Вертикальные станки меньшего размера могут транспортироваться так же, как и горизонтальные станки - в больших деревянных контейнерах, при деталях с роликами в сборе. Они надежно закрепляются внутри контейнеров для предотвращения движения. Блок управления и любые гидравлические блоки питания и панели питания также упаковываются отдельно.







Рис. 18: *Вверху справа*: Станок холодной раскатки, используемый для изготовления сферообразных наконечников резервуаров ракетного топлива. (Aerojet) *Внизу справа:* Горизонтальный станок холодной раскатки. («Руководство к приложению двойного назначения Группы ядерных поставщиков», отчет № LA-13131-M (апрель 1996 года) *Слева:* Вертикальный станок холодной раскатки. (Ibid)

3.C. Материалы

3.C.1. 3.C.1. Внутренняя облицовка, используемая для корпусов ракетных двигателей в системах, указанных в позиции 1.A, или специально разработанная для систем, указанных в позициях 19.A.1 или 19.A.2.

Техническое примечание:
Указанная в позиции 3.C.1 внутренняя облицовка, служащая для соединения заряда твердого топлива и изолирующего вкладыша с корпусом двигателя, представляет собой, как правило, материал на основе жидкого полимера, содержащий огнеупорный или теплоизолирующий наполнитель, например композицию из углерода и полибутадиена с гидроксильными концевыми группами, или другого полимера с добавленным в него отвердителем, и наносимый на внутреннюю поверхность корпуса распылением или повторным наложением слоев.

Характер и назначение Внутренняя обшивка – это тонкий слой специальных химикатов, используемых для содействия прикреплению твердого топлива к изоляции корпуса. Обшивка обычно изготавливается из эластомеров или пластмасс, и обычно включает в себя то же связующее вещество, которое используется в топливе, и добавки, такие как углеродистый блок, которые улучшают прочность обшивки.

- Аргентина
- Азербайджан
- Бельгия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Малайзия
- Новая Зеландия
- Пакистан
- Португалия
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Турция
- Соединенные Штаты
- Австралия
- Belgium
- Канада
- Чехия
- Германия
- Иран
- Италия
- Казахстан
- Нидерланды
- Норвегия
- Польша
- Румыния
- Южная Африка
- Испания
- Швейцария
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Обшивка твердотопливного ракетного двигателя - это жидкий адгезив, используемый для прикрепления топлива к изоляции. Часто – это слой эластичного материала толщиной 10–20 мм, нанесенный на внутреннюю поверхность корпуса двигателя и затем частично отвержденный. Свежесмешанное (невысушенное) топливо затем заливается в корпус двигателя на эту частично высушенную обшивку. Затем обработка топлива и обшивки заканчивается при повышенной температуре.

Типичные способы применения в ракетах: Обшивка используется во всех твердотопливных ракетных двигателях. Обшивка прикрепляет твердое топливо к изоляции корпуса ракетного двигателя.

Другие способы применения: Некоторые материалы, используемые во внутренней обшивке или изоляции ракетных двигателей, применяются в военных или коммерческих отраслях, где необходимы огнеупорные материалы.

Внешний вид (заводской): Внутренняя обшивка часто изготавливается из связующего вещества, используемого в смеси твердого ракетного топлива, без добавления окислителя (также именуемой «ингибированным топливом»). Изоляцию корпуса трудно отличить от твердого топлива, не выполнив ряд химических испытаний на образцах материала.

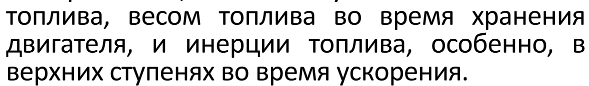
Внешний вид (комплектный): Поскольку внутренняя обшивка часто производится из того же связующего вещества, используемого в смеси твердого ракетного топлива (без добавления

3.C.2. Изоляционный материал в виде заготовок, используемый для корпусов твердотопливных ракетных двигателей в системах, указанных в позиции 1.A, или специально разработанный для систем, указанных в позиции 19.A.1 или 19.A.2.

<u>Техническое примечание:</u>
Указанный в позиции 3.C.2 изоляционный материал, предназначенный для применения в элементах ракетного двигателя, таких, как корпус, входная часть сопла и диафрагма корпуса, представляет собой эластомерный листовой материал (вулканизированную или полувулканизированную резину), содержащий теплоизолирующий или огнеупорный наполнитель. Компенсаторы напряжения и защитные манжеты могут также рассматриваться как элементы изоляции, указанные в позиции 3.A.3.

окислителя), и используется незадолго до заливки твердого топлива в корпус двигателя, она обычно не упаковывается для транспортировки.

Характер и назначение: Главная функция изоляции – защитить корпус двигателя от продуктов сгорания (особенно, высоких температур) во время полета. Изоляция корпуса должна также соответствовать нескольким вторичным задачам. Изоляция должна механически соединить стенку корпуса с топливом. Она также должна быть стойкой к напряжению, вызванному тепловым сжатием топлива, весом топлива во время хранения двигателя, и инерции топлива, особенно, в верхних ступенях во время ускорения.



- Аргентина
- Азербайджан
- Бельгия
- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Малайзия
- Новая Зеландия
- Пакистан
- Португалия
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Турция
- Соединенные Штаты
- Австралия
- Бельгия
- Канада
- Чехия
- Германия
- Иран
- Италия
- Казахстан
- Нидерланды
- Норвегия
- Польша
- Румыния
- Южная Африка
- Испания
- Швейцария
- Соединенное Королевство

Глобальное производство

Метод эксплуатации: Изоляция корпуса двигателя располагается так, чтобы в корпус двигателя помещалось максимальное количество топлива, и она должна быть достаточно толстой, чтобы защитить корпус от сгорания в течение определенного промежутка времени с учетом дополнительного запаса времени в целях безопасности. Откидные створки для снятия напряжения, расположенные в переднем и заднем полусферических наконечниках, предотвращают деформацию корпуса ввиду высокого внутреннего давления. Деформации корпуса в этих областях могут привести к трещинам от напряжения либо в заряде ракетного топлива, либо в изоляции корпуса, что приведет к отказу двигателя во время полета. Изоляция обычно производится из эластомеров или пластмасс, и часто - из синтетического эластичного материала, такого как этилен пропилен монодиен, полибутадиен, неопрен или нитриловый каучук. Изоляционный материал может содержать кремний или асбест и напоминать серый или зеленый лист каучука.

Типичные способы применения в ракетах: Главная цель изоляции корпуса состоит в том, чтобы защитить цельный корпус двигателя ракеты от продуктов сгорания (особенно, высоких температур) во время полета.

Другие способы применения: Некоторые материалы, используемые во внутренней обшивке или изоляции ракетных двигателей, применяются в военных или коммерческих отраслях, где необходимы огнеупорные материалы.

Внешний вид (заводской): Внутренняя изоляция - это лист эластичного вещества 3-10 мм толщиной и до 1 м в ширину. По цвету она может быть от черной, до серой, до темно-коричневой.

Внешний вид (комплектный): Изоляционный материал транспортируется в больших рулонах до 1 м в ширину и 0,5 м в диаметре, в запечатанных коробках. Цельный корпус двигателя ракеты может быть не укомплектован внутренней изоляцией при отправке.

3.D. Программное обеспечение

3.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» «производственных мощностей» и координатных обкатных станков, указанных в позиции 3.B.1 или 3.B.3.

Характер и назначение: Программное обеспечение, контролируемое согласно пункту 3.D.1., используется для управления мощностями или станками холодной раскатки для производства турбореактивных, турбовентиляторных, турбовинтовых, прямоточных воздушно-реактивных двигателей и гиперзвуковых воздушно-реактивных двигателей и соответствующих компонентов; изоляции и сопел корпусов твердотопливных двигателей; механизмов отделения и разделения ступеней и секций промежуточных ступеней; насосов жидкого топлива; сервоклапанов и резервуаров; а также гибридных ракетных двигателей.

Метод эксплуатации: Современные станки управляются при помощи числового программного управления (ЧПУ). Микропроцессор в каждом станке считывает программу в G-коде, созданную пользователем, и выполняет запрограммированные операции. Персональные компьютеры используются для проектироки деталей и написания программ в G-коде, либо вручную, либо с использованием программного обеспечения управляемой компьютером системы (CAM), которая создает G-код на основе ввода пользователем данных об инструментах и их траектории движения. Разработчики G-кода переименовали его в «Инти», и это «программное обеспечение» общедоступно во всем мире.

Глобальное производство

- Австрия
- Бельгия
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Италия
- Япония
- Польша
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Испания
- Швеция
- Швейцария
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Типичные способы применения в ракетах: Управляемые компьютером станки используются в изготовлении инжекторов ракетных двигателей жидкого топлива, которые имеют сотни малых элементов, а также охладительных каналов для современных регенеративно охлаждаемых камерах сгорания.

В таких процессах, как диффузионное соединение тонких пластин, используются духовки, которые могут управляться компьютером. Компьютерное управление используется для плазменного регулируемого напыления и других типов покрытия, таких как гальванопокрытие.

Детали ракетного двигателя на жидком топливе (инжекторы к камерам и камеры к соплам) обычно свариваются, за исключением испытательных блоков-«козлов». Такая «орбитальная» сварка (360 градусов вокруг цилиндрической поверхности) в настоящий момент управляется компьютером, для чего требуется особое «программное обеспечение».

Осмотр элементов производства также все чаще происходит с помощью компьютерных средств управления. Например, инжекторы содержат сотни отверстий, которые должны быть проверены на предмет размеров, расположения и ориентации. Для выполнения этого осмотра используются управляемые компьютером оптические компараторы, требующие специального «программного обеспечения».

Другие способы применения: «Программное обеспечение» для производства управляемых РКРТ двигателей БЛА, ракетных двигателей на твердом топливе и ракетных двигателей на жидком топливе, а также испытательного оборудования, могут также использоваться в производстве изделий для гражданской и военной авиации, и зондирующих ракет, используемыъх для изучения погоды и атмосферных условий на разных высотах. Это «программное обеспечение» может также быть модифицировано для управления другими промышленными операциями.

Внешний вид (заводской): «Программное обеспечение» представляет собой компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических, или других носителях. Любые распространенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это «программное обеспечение» и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на ее назначение, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это «программное обеспечение», включая документацию, можно передать электронным способом через компьютерную сеть.

3.D.2. 3.D.2. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позициях 3.A.1, 3.A.2, 3.A.4, 3.A.5, 3.A.6, 3.A.8 или 3.A.9.

Примечания:
1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» двигателей, указанных в позиции 3.A.1, может экспортироваться как часть пилотируемого летательного аппарата или как сменное «программное обеспечение» для него.
2. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» систем контроля жидких топлив, указанных в позиции 3.A.5, может экспортироваться как часть ИСЗ или как сменное «программное обеспечение» для него.

Характер и назначение: Это «программное обеспечение» используется для управления, установки, поддержки, восстановления, реконструкции/капитального ремонта турбореактивных двигателей, турбовентиляторных и турбовинтовых воздушно-реактивных двигателей; прямоточных воздушно-реактивных двигателей, прямоточных воздушно-реактивных двигателей с организацией процесса горения в сверхзвуковом потоке, пульсирующих воздушно-реактивных двигателей; механизмов ступеней баллистических ракет, механизмов разделения и секций промежуточных ступеней; насосов жидкого топлива и клапанов сервомотора; а также гибридных двигателей ракет.

Метод эксплуатации: Перед запуском «программное обеспечение» управления полетом, описанное в этом разделе, загружается в компьютеры управления полетом и программные механизмы ракет и БЛА, чтобы запустить, управлять и контролировать всю деятельность во время полета и работу компонентов, в частности, отделение ступеней и выпуск боезарядов. Этот тип «программного обеспечения» также используется для управления двигателями на жидком топливе и гибридными двигателями. «Программное обеспечение» управления полетом непрерывно получает сигналы о положении летательного аппарата во время полета. Навигационный компьютер оценивает эти данные, используя данное «программное обеспечение», и подает сигналы корректировки или команды регулировки системам управления полетом для того, чтобы подержать курс ракеты или БЛА к цели.

Типичные способы применения в ракетах: Это «программное обеспечение» используется для управления и наведения БЛА, включая крылатые и баллистические ракеты, на соответствующие цели.

Высококачественное «программное обеспечение», регулируемое согласно этому разделу, выполняет периодическую калибровку системы наведения. Часто этот тип «программного обеспечения» может автоматически начать анализ сбоя, чтобы идентифицировать компоненты, дающие сбой.

Другие способы применения: Нет данных.

Внешний вид (заводской): Данное «программное обеспечение» обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые обыкновенные носители, включая магнитную ленту, компакт-диски и документы, могут содержать это «программное обеспечение» и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на ее назначение, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это

3.D.3. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «разработки» оборудования, указанного в позициях 3.A.2, 3.A.3 или 3.A.4.

«программное обеспечение», включая документацию, можно передать электронным способом через компьютерную сеть.
Характер и назначение: Это «программное обеспечение» используется для исследования и проектировки прямоточных/гиперзвуковых/пульсирующих воздушно-реактивные двигателей; корпусов баллистических ракет с двигателями на твердом топливе, с внутренней изоляцией, обшивкой и соплами; механизмов разделения ракет на ступени, механизмов разделения секций промежуточных ступеней ракет; и разработки процедур опытного производства, конфигурации и программ интеграции для этих элементов.

Метод эксплуатации: «Программное обеспечение», описанное в этом разделе, используется на компьютерах для разработки детальных, последовательных и параллельных производственные процедур, проектировки различных компонентов, перечисленных в этом разделе, для компьютерного управления станками, используемыми для производства разных блоков, и для проектировки, моделирования и проверки конфигурации и программ интеграции для каждого из этих элементов.

Типичные способы применения в ракетах: Это «программное обеспечение» устанавливается на автоматизированном оборудовании, чтобы оценить проектировку и разработку прямоточных/гиперзвуковых/пульсирующих воздушно-реактивных двигателей; корпусов баллистических ракет на твердом топливе с внутренней изоляцией и обшивкой и соплами; механизмов разделения ракет на ступени, механизмов разделения, и секций промежуточных ступеней ракет. Как правило, на завершающем этапе производится серия пакетов «программного обеспечения» для планировки, моделирования, симулирования и др. Другое «программное обеспечение» в этом пункте используется для развития процедур опытного производства, конфигурации и программ интеграции для этих элементов.

Другие способы применения: В целом, это «программное обеспечение» может быть модифицировано для проектировки и проверки других детальных процессов в крупных промышленных организациях, таких как нефтепроизводство и распространение нефтепродуктов.

3.E. Технология

3.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии», для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, материалов или «программного обеспечения», указанных в позициях 3.A.1, 3.A.2, 3.A.3, 3.A.4, 3.A.5, 3.A.6, 3.A.9, 3.B, 3.C или 3.D.

Внешний вид (заводской): Данное «программное обеспечение» обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на ее назначение, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это «программное обеспечение», включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

Характер и назначение «Технология», управляемая согласно пункту 3.E.1., включает в себя инструкции и знания, необходимые для «разработки», «производства» или «использования» любого оборудования, материалов или «программного обеспечения», определенных в пунктах 3.A.1., 3.A.2., 3.A.3., 3.A.4., 3.A.5., 3.A.6., 3.A.9., 3.B., 3.C. или 3.D.

Метод эксплуатации: «Техническая помощь» доступна во многих формах. «Техническая помощь» может заключаться в инструктаже, предоставленном экспертом, имеющим опыт в одной или нескольких контролируемых областях, например, в области ракетных двигателей на жидком топливе, который действует в качестве преподавателя в классной комнате на территории производства или поблизости от него. Страна может получить «техническую помощь» от одной или нескольких консультационных служб, специализирующихся на определенном процессе производства, или на приобретении технических объектов или материалов. Кроме того, страна может получить «техническую помощь», отправив студентов в другие страны, владеющие технологией, с целью обучения и приобретения практических навыков, необходимых для строительства требуемых систем. Любые руководства и материалы, полученные во время обучения, могут квалифицироваться как «технические данные».

Типичные способы применения в ракетах: За малыми исключениями, «техническая помощь», необходимая для создания систем баллистических ракет и БЛА, используется только в этих целях. Зондирующие ракеты, используемые в погодных исследованиях, с незначительными настройками, могут быть преобразованы в баллистические ракеты. «Технологии», используемые в каждом из этих устройств, очень похожи.

Другие способы применения: Некоторые «технологии», используемые для проектировки, производства и испытания БЛА, могут найти применение в военной или коммерческой авиации.

Внешний вид (заводской): Нет данных

Внешний вид (комплектный): Нет данных

Категория II – Раздел 4

Топливо, химикаты и производство топлива

Категория II – Раздел 4: Топливо, химикаты и производство топлива

4.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

Нет.

4.B. Испытательное и производственное оборудование

4.B.1. «Производственное оборудование» для «производства», обслуживания или приемочных испытаний жидких топлив и топливных компонентов, указанных в позиции 4.C, и специально разработанные для него элементы.

Характер и назначение. Отдельные компоненты оборудования производства жидкого топлива широко применяются на предприятиях перегонки нефти или крупных химических заводах. К типичным компонентам относятся баки реактора, конденсаторы, регенерационные колонны, нагреватели, испарители, фильтры в сборе, отстойники, холодильные установки, газосепараторы и центробежные насосы. По отдельности ни один из этих компонентов не сконструирован для использования в производстве жидкого топлива. Однако при их соединении на предприятии производства топлива, такое предприятие обычно оптимизируется для производства конкретного вида топлива и плохо справляется с производством чего-либо другого.

Технологии изготовления жидкого топлива широко известны, хотя различные компании имеют патенты на методы максимального увеличения выхода продукции, снижения стоимости или поиска альтернативного использования побочных продуктов. Исключения к этому общему правилу включают пятифтористый хлор (ClF_5) и «Флуорокс» (ClF_3O), методы изготовления которого строго контролируются.

Для приемочных испытаний жидкого топлива требуется аналитическое оборудование, типичное для большинства химических лабораторий контроля качества, включая газовые хроматографы, атомно-абсорбционные спектрометры, инфракрасные спектрометры и калориметрические бомбы. Для проведения

- Аргентина
- Австрия
- Бразилия
- Канада
- Чехия
- Финляндия
- Германия
- Индия
- Израиль
- Северная Корея
- Польша
- Словацкая республика
- Южная Африка
- Южная Корея
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Австралия
- Бельгия
- Болгария
- Китай
- Египет
- Франция
- Греция
- Иран
- Япония
- Пакистан
- Российская Федерация
- Испания
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



приемочного анализа жидкого топлива это оборудование обычно может использоваться без модификаций.

Метод эксплуатации. Конкретные методы производства зависят от производимого топлива. Многие из компонентов, используемых в топливе, обычно производятся для коммерческих целей, но требуют дополнительной обработки в виде очистки, стабилизации, добавления ингибиторов или смешивания для получения определенных свойств. Например, для очистки азотной кислоты используется серная кислота или карбонат магния. Техническая азотная кислота, обычно соединяемая с водой для получения гидрата, содержит только 55–70% кислоты. Химическая обработка необходима для расщепления гидратов и получения обезвоженной (безводной) азотной кислоты, со степенью очистки от 97% до 99%. Для получения ингибированной красной дымящейся азотной кислоты, к концентрированной азотной кислоте добавляется N_2O_4, чтобы стабилизировать ее от быстрого распада, а для ослабления коррозии контейнеров добавляется незначительное количество фторида водорода.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Производство жидкого топлива и оборудование приемочных испытаний необходимы для развития производства топлива на местном уровне.

Другие области применения. Оборудование и технологии широко применяются и известны в нефтяной и химической отраслях промышленности.

Внешний вид (заводской). Обычно предприятия производства полного жидкого топлива не закупаются и не транспортируются целиком; они собираются из множества типичных деталей химического и промышленного технологического оборудования. За исключением случаев, когда транспортируется завод, построенный «под ключ», наиболее вероятна передача планов, чертежей, вычислений и списков оборудования, связанного с проектом предприятия. Даже в продаже имеется программное обеспечение, способствующее инженерами-химикам в проектировании таких предприятий.

Внешний вид (комплектный). Размер оборудования производства жидкого топлива определяет его упаковку. Машины меньших размеров упаковываются в амортизационные контейнеры или прикрепляются к снабженным подушками поддонам, отдельно от других грузовых мест. Большие машины для транспортировки разбираются и повторно собираются на месте, а их компоненты упаковываются отдельно в ящики или устанавливаются на поддоны.

4.B.2. «Производственное оборудование» — иное, чем указанное в позиции 4.B.3 — для производства, обслуживания, смешивания, отверждения, заливки, прессования, механической обработки, экструзии или приемочных испытаний твердых топлив и топливных компонентов, указанных в позиции 4.C, и специально разработанные для него элементы.



Рисунок 1. Оправка заливки топлива. (ATK)

Характер и назначение. Производственное оборудование и инфраструктура, необходимые для производства твердого топлива, являются сложными и специализированными структурами. Предприятия и оборудование необходимы для подготовки различных компонентов топлива, смешивания и обработки топлива, заливки и отверждения топлива внутри корпуса двигателя, а также других специализированных операций, таких как прессование, механическая обработка, экструдирование и приемочные испытания.

Метод эксплуатации. Твердое топливо производится согласно одному из двух процессов: периодическое смешивание или непрерывное смешивание. В

большинстве ракетных программ, при изготовлении твердого топлива для ракетных двигателей используется процесс периодического смешивания. После получения и приемочного испытания отдельных компонентов, обычно в измельчителе размалывается перхлорат аммония (ПХА) до получения частиц необходимого размера. Все компоненты, включая связующий материал, ПХА, металлический порошок, стабилизаторы, отверждающий агент и модификаторы скорости горения смешиваются в больших смесителях для получения вязкого взвешенного раствора. Взвешенный раствор топлива выливается или заливается в корпус ракетного двигателя (см. Рисунок 3), в котором оправка (см. Рисунок 1) создает полую камеру, идущую по центру двигателя. Заправленный корпус двигателя помещается в большую сушильную печь для отверждения топлива. Во время отверждения взвешенный раствор преобразовывается в твердый эластичный материал, называемый твердотопливным зарядом. Затем ракетный двигатель с отвердевшим топливом охлаждается, удаляется оправка и выполняются операции заключительной отделки или механической обработки. Готовые двигатели обычно просвечиваются рентгеновским излучением (см. Рисунок 4) для проверки однородности твердотопливного заряда, полного прилегания его к корпусу и отсутствия трещин.



Рисунок 2. Двухосновное смесительное оборудование взвешенного раствора для небольшого двигателя. (British Aerospace Limited)

При непрерывном смешивании, те же компоненты топлива непрерывно добавляются в смесительную камеру, смешиваются и непрерывно подаются в двигатель или другую емкость до получения необходимого количества топлива. Этот тип смешивания сложен, поскольку трудно точно отмерить небольшие количества некоторых компонентов, таких как отверждающий агент, требуемых для некоторых смесей топлива. Поэтому непрерывное смешивание не находит широкого применения.



- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Финляндия
- Германия
- Иран
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Испания
- Швейцария
- Украина
- Соединенное Королевство
- Бельгия
- Канада
- Египет
- Франция
- Индия
- Ирландия
- Италия
- Нидерланды
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Сирия
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Более качественное твердое топливо улучшает «дальность» и «полезную нагрузку» ракеты. Производственное оборудование и оборудование приемочного испытания твердого топлива требуются государству для развития мощностей производства топлива для твердотопливных ракет на местном уровне.

Другие области применения. Нет данных

Внешний вид (заводской). Специализированные устройства используются для заливки топлива в вакууме, в котором воздух из топлива удаляется при его выливании в корпус ракетного двигателя. Размер этих устройств меняется в зависимости от размера ракетных двигателей, но принципы работы остаются неизменными. Оборудование и производственный процесс для небольшого двигателя показаны на Рисунке 2. Смешанное топливо выливается из смесительной камеры в большую заливную трубу, присоединенную к ракетному двигателю. Большой клапан на шее заливной трубы отделяет двигатель, находящийся в вакууме, от окружающей атмосферы. Как только

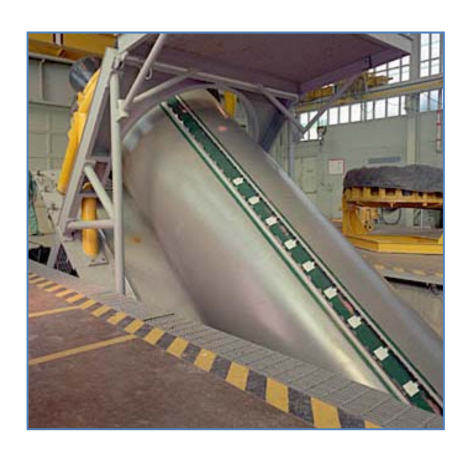


Рисунок 3. Твердое топливо в жидком виде льется в корпус ракеты и заливается в необходимую форму. Устройство заливки перемещается гидравлическим держателем для удаления пузырьков или других дефектов. (ATK)

заливная труба заполняется топливом, клапан медленно открывается, позволяя топливу течь в корпус ракетного двигателя. Очень большие двигатели иногда заливаются в колодце заливки/отверждения, являющемся подземным бетонным сооружением с нагревательными элементами. Персонал эвакуируется из колодца перед началом операции заливки. Как и другое специализированное топливное оборудование, оборудование заливки обычно строится на месте; его размер зависит от размера двигателя и способа, которым выполняется заливка.

Оборудование отверждения варьируется в размерах от больших, нагреваемых электричеством или паром сушильных печей, до больших, отапливаемых зданий. Это оборудование не является специализированным, поскольку выполняемая им работа проста и требует только повышения температуры двигателя на заданный промежуток времени. Большие колодцы заливки/отверждения являются стационарными объектами, расположенными на месте производства.

Оборудование, используемое для приемочного испытания порций топлива, идентично оборудованию, применяемому в лабораториях химического анализа или испытания материалов. Это оборудование используется для проведения химических испытаний с целью проверки состава; для сжигания небольших количеств топлива или проверки скорости горения на уменьшенных копиях двигателей ; для проведения испытания на растяжение для обеспечения требуемых в проекте ракетного двигателя физических свойств топлива.



Рисунок 4. Просвечивание готового двигателя рентгеновским излучением для проверки однородности твердотопливного заряда, полного прилегания его к корпусу и отсутствия трещин. (ATK)



Рисунок 5. Просвечивание готового двигателя рентгеновским излучением для проверки однородности твердотопливного заряда, полного прилегания его к корпусу и отсутствия трещин. (ATK)

Механическая обработка поверхностей твердого топлива обычно производится большими режущими машинами, специально модифицированными для снижения угроз безопасности, связанных с твердым топливом. Многие машины этих типов специально строятся для конкретного ракетного двигателя.

Твердотопливные заряды для больших ракетных двигателей обычно слишком велики для непосредственной обработки экструдером. Однако, некоторые виды топлива, рассматриваемые РКРТ, экструдируются на этапе предварительной обработки. Применение экструзии обычно ограничивается твердотопливными зарядами, меньшими 0,3 м в диаметре, и применяется в основном для тактических ракет классов воздух-воздух, земля-воздух и воздух-земля.

Внешний вид (комплектный). Размер оборудования производства твердого топлива определяет их упаковку. Меньшие машины упаковываются в амортизационные контейнеры или прикрепляются к снабженным подушками поддонам. Большие машины для отправки разбираются и повторно собираются на месте. Их компоненты упаковываются отдельно в ящиках или на поддонах.

4.B.3. Оборудование и специально разработанные для него элементы:
a. смесители периодического действия, способные осуществлять смешивание компонентов в вакууме при давлении в интервале от 0 до 13,326 кПа, оборудованные аппаратурой регулирования температуры в смесительной камере и имеющие все следующие характеристики:
1. общую вместимость 110 литров или более; и
2. минимум один замешивающий привод, расположенный не по центру смесителя;
b. смесители непрерывного действия, способные осуществлять смешивание компонентов в вакууме при давлении в интервале от 0 до 13,326 кПа, оборудованные аппаратурой регулирования температуры в смесительной камере и имеющие любую из следующих характеристик:
1. наличие двух или более замешивающих приводов; или
2. наличие одного вала, совершающего одновременно вращательное и возвратнопоступательное в осевом направлении движения, и перемешивающих зубьев, находящихся на валу и внутренней поверхности корпуса смесительной камеры;

Примечания:
1. В позицию 4.B.3 включены только смесители периодического и непрерывного действия, используемые для производства твердых топлив или их компонентов, указанных в позиции 4.C, и мельницы с проточным энергоносителем, указанные в позиции 4.B.

- Аргентина
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Иран
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение. Смесители периодического действия – это мощные смешивающие машины для порционной обработки очень вязкого материала. Они являются производными от машин, используемых в смешивании теста для хлеба. Их задача состоит в смешивании жидкостей и порошков отличающихся плотностей в однородную смесь.

Смесители непрерывного действия – это мощные смешивающие машины, которые работают в потоковом режиме. Они смешивают большие объемы, чем смесители периодического действия и производят большие объемы продукции.

Метод эксплуатации. Смесители периодического действия работают по принципу, очень схожему с бытовым электрическим миксером. В камере содержатся компоненты, которые могут добавляться последовательно, в то время как вращающиеся лезвия смешивают их. Температурный контроль и вакуум

поддерживаются посредством окружения камеры кожухом водяного охлаждения и закрытием камеры герметичной крышкой.



Рисунок 4. 420-галлонная камера смешивания топлива. (ATK)

В смесители непрерывного действия через область смешивания в правильных пропорциях постепенно подаются все компоненты сразу. Инструменты смешивания/сбивания полностью смешивают непрерывный поток жидкостей и порошков, а однородная смесь постепенно подается в большую трубу в виде устойчивого вязкого потока.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Смесители периодического и непрерывного действия используются для смешивания точных количеств компонентов жидкого топлива и порошкообразных компонентов топлива в однородную смесь. В случае возгорания такая смесь будет интенсивно гореть, поэтому очень важно соблюдение процедур обеспечения безопасности. Произведенная смесь позже заливается и отверждается в другом процессе для создания эластичного композиционного материала, который служит топливом в твердотопливном ракетном двигателе.

Другие области применения. Смесители периодического и непрерывного действия могут использоваться при необходимости производства вязкой смеси. Однако в большинстве промышленных применений не требуется температурный контроль и поддержание вакуума, указанные в позиции 4.B.3.

Внешний вид (заводской). Главные отличительные компоненты смесителя периодического действия – смесительная камера и смесительные лезвия в сборе. Глубина смесительных камер обычно находится в пределах 0,75–1,5 м, а диаметр 1–2 м, как показано на рисунке 6, но эти величины могут быть значительно большими для смесителей объемом более 450 галлонов (1700 л). Они строятся с двойной стеной; внутренняя стена изготовляется из тщательно отполированной нержавеющей стали, а внешняя стена обычно изготовляется из холоднокатаной стали, иногда окрашенной. Пространство между стенами используется кожухом горячей/холодной воды для нагревания/охлаждения. Внешняя стена имеет два клапана для подсоединения впускного/выпускного водяных шлангов. Камера обычно приваривается к толстой стальной прямоугольной пластине с колесами на каждом углу. У колес могут быть углубления, чтобы камера в сборе могла быть помещена на рельсы для облегчения движения.

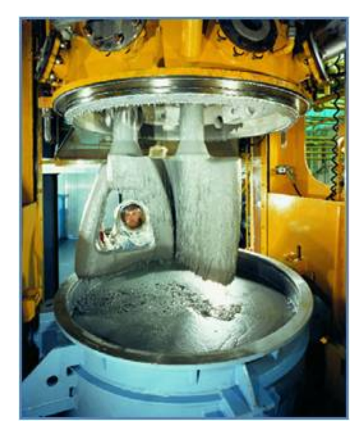


Рисунок 5. Твердое топливо, смешиваемое в 600-галлонном вертикальном планетарном смесителе. (Thiokol Corp.)

Иногда верхняя оправа камеры является механически обработанной плоской поверхностью с большим углублением для присоединения уплотнительного кольца (прокладки); в противном случае, головка смесителя предоставляется с одним или более такими углублениями. Задача уплотнительного кольца состоит в том, чтобы обеспечить герметичность во время выполнения операции смешивания в условиях вакуума. Лопасть в сборе состоит из двух или трех больших лопастей, также сделанных из тщательно отполированной нержавеющей стали. В большинстве собранных компонентов используются лопасти с витыми панелями, с отверстием в одной из панелей. В других собранных компонентах используются лопасти винтообразной формы. Хотя это не очевидно в конфигурации для транспортировки, лопасти в сборе работают в «планетарном» режиме; то есть центральная лопасть вращается в зафиксированном положении, в то время как другие одна или две лопасти вращаются как вокруг собственных осей, так и вокруг центральной неподвижной лопасти. Другие компоненты смесителя состоят из

электродвигателя, сборной коробки передач, смесительной головки и опорной конструкции.
Внешний вид (комплектный). Смесители могут отправляться как готовые устройства или в виде отдельных компонентов. Являясь устройствами очень точной обработки, лопасти смесителя упаковываются с соблюдением мер защиты их от повреждений и воздействия окружающей среды во время транспортировки. Они часто встраиваются в смесительную головку и раму в сборе, а во время транспортировки надежно закрепляются в блокирующей системе из амортизационного материала. Смесительные камеры – это большие, тяжелые детали оборудования, которые также могут быть отправлены в больших, прочных, деревянных ящиках. Они надежно прикрепляются к ящикам, чтобы избежать повреждения. У ящиков часто отсутствуют какие-либо отличительные особенности или маркировка.

4.B.3.c. мельницы с проточным энергоносителем для дробления или помола компонентов, указанных в позиции 4.C.

- Австралия
- Бельгия
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Италия
- Япония
- Люксембург
- Нидерланды
- Новая Зеландия
- Российская Федерация
- Южная Африк
- Испания
- Швеция
- Швейцария
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение. В мельницах с проточным энергоносителем используется сжатый воздух (или азот, когда существует опасность взрыва пыли перемалываемого материала), чтобы вызвать взаимодействие частиц и таким образом размолоть их до очень малых размеров, обычно до 20 микрон или менее. Частицы такого диапазона размеров сложно получить с помощью других средств размола, таких как молотковая мельница. Мельницы с проточным энергоносителем также намного более безопасны для размола взрывчатых материалов, таких как октоген (циклотетраметилентетранитрамин) и гексоген (RDX).

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Мельницы с проточным энергоносителем производят мелкозернистые порошки ПХА, циклотетраметилентетранитрамин — октоген или циклотриметилентринитрамин — гексоген, используемые в качестве окислителей или модификаторов скорости горения в твердом ракетном топливе.

Другие области применения. Мельницы с проточным энергоносителем также используются в пищевой, фармацевтической, горной промышленности и при изготовлении пигментов красок.

Внешний вид (заводской). Мельницы с проточным энергоносителем являются чрезвычайно простыми устройствами без движущихся частей. Большинство из них – это плоские, цилиндрические устройства, сделанные из нержавеющей стали, высотой 7–10 см и диаметром 7–40 см. Они имеют входное и выходное отверстия для подсоединения вспомогательного оборудования. Внутри мельницы находится трубчатая спираль, через которую сжатый воздух проталкивает размалываемый материал. Размер частицы управляется скоростью, с которой подается размалываемый материал, а также давлением и потоком воздуха.

Внешний вид (комплектный). Мельницы с проточным энергоносителем обычно отправляются в деревянных ящиках с пенопластовой набивкой или упаковочным материалом, используемым для защиты их во время транспортировки. У ящиков отсутствуют отличительные особенности.

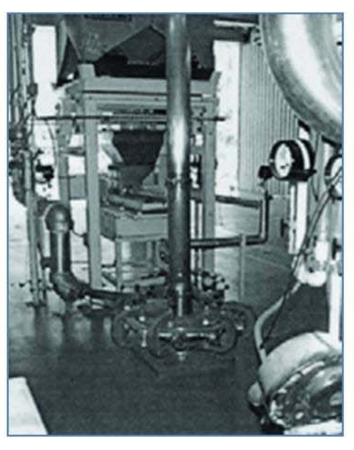
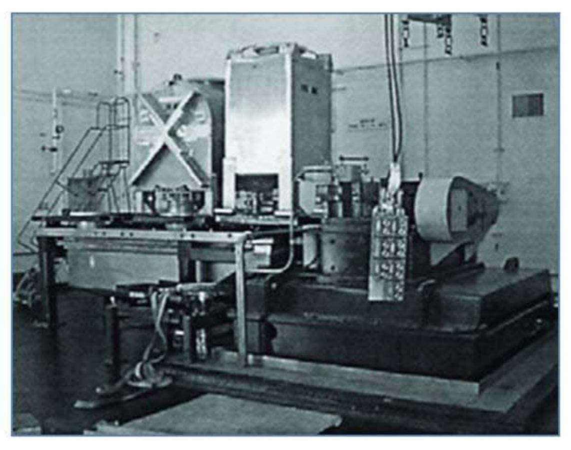




Рисунок 6. Примеры различных мельниц с проточным энергоносителем. (The Charles Stark Draper Laboratories, Inc.)

4.B.3.d. «производственное оборудование», используемое для «производства» в контролируемой среде сферических или полученных распылением металлических порошков, указанных в позициях 4.C.2.c, 4.C.2.d или 4.C.2.e.

Примечание:
Позиция 4.B.3.d включает в себя:
a. плазмотроны (высокочастотные электродуговые) для производства сферических или полученных распылением металлических порошков с организацией процесса в среде «аргон-вода»;
b. электровзрывные установки для производства сферических или полученных распылением металлических порошков организации процессов в среде «аргон-вода»;
c. оборудование, используемое для «производства» сферических алюминиевых порошков распылением расплава в инертной среде (например в азоте).

Примечания:
«Производственное оборудование», предназначенное для получения металлических порошков и не указанное в позиции 4.B.3.d, оценивается в соответствии с позицией 4.B.2.

Метод эксплуатации. Наиболее общим подходом к производству мелкозернистых металлическихпорошков, используемых в качестве компонентов ракетного топлива, является процесс обработки расплавленного металла с использованием оборудования, указанного в позиции 4.B.3.d.c. выше. Этот процесс хорошо масштабируется и может использоваться для изготовления большого количества порошкообразного металла с оптимальными затратами. Применение как плазменных генераторов, так и электровзрывных методов относительно ново и не находится в широком распространении в производственных программах. В настоящее время они считаются лабораторными или научно-исследовательскими процессами, по сравнению с процессом обработки расплавленного металла.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Производственное оборудование получения раздробленного и сферического металлического порошка используется для производства однородных, мелкозернистых металлических порошков, используемых в качестве компонента в твердом и жидком ракетном топливе. Металлический порошок используется для увеличения рабочих характеристик двигателя. Металлические порошки крайне

важны в современных ракетных двигателях на композиционном твердом топливе. Раздробленные и сферические металлические порошки в ракетном топливе увеличивают «дальность» и «полезную нагрузку» ракеты.

Другие области применения. Производственное оборудование получения раздробленного и сферического металлического порошка может использоваться для производства металлических порошков для многих промышленных применений, от пигментов в металлических красках до наполнителей конструкционного клея.

Внешний вид (заводской). Оборудование производства раздробленного, сферического металлического порошка посредством описанного выше метода, собирается в готовом виде из общего оборудования. Оборудование включает в себя большой резервуар, в котором распыляется жидкий металл; присоединенный к резервуару насос для удаления воздуха; систему заполнения инертным газом (например, резервуары и клапан); нагреватель, в котором плавится металл; и распылитель и форсунку в сборе, которые вводят металл в резервуар.

4.C. Материалы

4.C.1. Смесевые топлива и смесевые топлива, полученные в результате модификации двухосновных топлив.

Внешний вид (комплектный). Установка дробления металла не отправляется в виде собранного устройства. Вместо этого ее компоненты разбираются, упаковываются и отправляются, как и многое другое промышленное оборудование. Меньшие части упаковываются в коробки или ящики и закрепляются на поддоне. Резервуар упаковывается в коробку для предотвращения вмятин. Распылительные форсунки упаковываются отдельно, в защищенных коробках.



Рисунок 7. Композитное топливо, произведенное для использования в ракетных двигателях. (Daicel Chemical Industries, Ltd)

Характер и назначение. Композитное и модифицированное двухосновное композитное топливо является неоднородной смесью топлива и небольших частиц окислителей, скрепленных эластичным материалом, называемым связующим материалом. Они предоставляют устойчивое, высокоэффективное твердое топливо для ракетных двигателей.

Метод эксплуатации. Выбранные типы топлива и окислители смешиваются в точных соотношениях и заливаются (вливаются, затем отверждаются) непосредственно в корпуса ракетных двигателей или в пресс-форму для последующей вставки в корпус (патрон загружен). После воспламенения топливо сгорает и производит высокотемпературные выхлопные газы под высоким давлением, которые выходят на очень высоких скоростях и обеспечивают тягу. После воспламенения топлива огонь невозможно легко ослабить или погасить, поскольку топливо горит без воздуха и при очень высоких температурах.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Композитное и модифицированное двухосновное композитное топливо используется для получения энергии, используемой для движения ракет, импульсных ракетных двигателей спутников, а также стартовых двигателей, используемых при запуске крылатых ракет и других беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Другие области применения. Это топливо также используется в тактических ракетах.

- Аргентина
- Бразилия
- Канада
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Северная Корея
- Норвегия
- Пакистан
- Южная Корея
- Российская Федерация
- Испания
- Швеция
- Швейцария
- Тайвань
- Соединенное Королевств
- Соединенные Штаты

Глобальное производство

Внешний вид (заводской). Композитное и модифицированное двухосновное композитное топливо – это твердый, эластичный материал, по структуре и внешнему виду напоминающий автомобильные шины (см. рисунок 9). Компоненты, такие как алюминий или другой металлический порошок, придают ему темно-серый цвет; однако, другие добавки (включенные для управления баллистическими и механическими свойствами, так же как для обеспечения химической стабильности) могут вызывать изменение цвета (от красного к зеленому, к коричневому, к черному; см. Рисунок 10).

Внешний вид (комплектный). Как только компоненты топлива смешиваются, они заливаются непосредственно в корпус ракеты и отверждаются в цельный материал, формируя готовый двигатель. Таким образом, это топливо транспортируется только как главный внутренний компонент загруженного ракетного двигателя и обычно не встречается отдельно от двигателя. Исключения составляют системы загрузки патрона, которые помещают топливный патрон в корпус двигателя.

Дополнительная информация. Алюминиевый порошок является наиболее часто используемым топливным компонентом композитного топлива, он эффективней и проще в использовании, чем другие применяемые металлические порошки. Перхлорат аммония (ПХА) является предпочтительным окисляющий компонентом; к другим окислителям относятся перхлораты металлов, нитрат аммония и динитрамид аммония.



Рисунок 8. Образец двухосновного топлива ракетного двигателя. (Bayern-Chemie GmbH)

Использование перхлоратов металлов или нитрата аммония сильно уменьшает эффективность топлива и, таким образом, ограничивает их использование в специализированном топливе. Динитрамид аммония – это новый, более эффективный по сравнению с ПХА окислитель, однако он труднодоступен и с ним сложно работать. Высоковзрывчатые вещества циклотетраметилентетранитрамин-октоген и циклотриметилентринитрамин-гексоген могут использоваться в качестве дополнения к ПХА для увеличения эффективности топлива. В качестве связующего вещества в композитном топливе обычно используется синтетический каучук; лучшим является полибутадиен с гидроксильными концевыми группами. К другим связующим веществам относится полибутадиен с карбоксильными концевыми группами, сополимер бутадиена и акриловой кислоты или сополимер бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила. Эластичные полиэфиры и простые полиэфиры, такие как полипропиленгликоль, могут также использоваться в качестве связующих веществ. В модифицированном двухосновном композитном топливе в качестве связующей системы также используется нитроцеллюлоза, которой придана пластичность нитроглицерином или другими нитроэфирами.

4.C.2.Горючие:

a. Гидразин (номер по КАС 302-01), имеющий концентрацию более 70 процентов;

b. Производныегидразина:

1. Монометилгидразин (номер по КАС 60-34-4);
2. Несимметричный диметилгидразин (номер по КАС 57-14-7);
3. Мононитрат гидразина;
4. Триметилгидразин (номер по КАС 1741-01-1);
5. Тетраметилгидразин (номер по КАС 6415-12-9);
6. N, N-диаллилгидразин;
7. Аллилгидразин (номер по КАС 7422-78-8);
8. Зтилендигидразин;
9. Монометилгидразин динитрат;;
10. Несимметричный диметилгидразиннитрат;
11. Азид гидразиния (номер по КАС 14546-44-2);
12. Азид диметилгидразиния;
13. Динитрат гидразиния;
14. Диимид дигидразина щавелевой кислоты (номер по КАС 3457-37-2);
15. Нитрат 2-гидроксиэтилгидразина;
16. Перхлорат гидразиния (номер по КАС 27978-54-7);
17. Диперхлорат гидразиния; (номер по КАС 13812-39-0);
18. Нитрат метилгидразина;
19. Нитрат диэтилгидразина;
20. Тетразин нитрат 3,6-дигидразина;

Техническоепримечание:
Тетразин нитрат 3,6-дигидразина обозначается также как нитрат 1,4-дигидразина.

Характер и назначение. Гидразин, монометилгидразин, и несимметричный диметилгидразин – это жидкие ракетные топлива. Они используются в широком диапазоне ракетных двигателей на жидком топливе, от которых требуются высокая эффективность и длительные сроки хранения. Гидразин чаще всего используется в качестве однокомпонентного топлива (без окислителя) при разложении его катализатором на горячий газ. Гидразин до 50% концентрации часто смешивается с топливом из монометилгидразина или несимметричного диметилгидразина для увеличения его эффективности.

Метод эксплуатации. При комнатных температуре и давлении гидразиновые типы топлива являются самовоспламеняющимися (самовозгорающимися) при смешении с различными окислителями, такими как азотная кислота, хлор, или фтор. При использовании в системе двухкомпонентного ракетного топлива, гидразин высвобождает приблизительно половину своей энергии при разложении на горячий газ, и половину при горении с окислителем.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Хотя гидразин может быть сжигаться с окислителем, его безопасное горение труднодостижимо. Таким образом, он обычно не используется с окислителем; но часто используется в качестве добавки, улучшающей эффективность устойчиво сгораемого топлива из монометилгидразина и несимметричного диметилгидразина. Монометилгидразин и несимметричный диметилгидразин, которые остаются в жидком состоянии при температурах от –50 до +70 °C, являются высокоэффективными видами топлива, используемыми для ракет.

- Бразилия
- Китай
- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Гидразин, монометилгидразин и несимметричный диметилгидразин широко используются в комбинации с N_2O_4 в ракетных двигателях на двухкомпонентном топливе. Реакции алкилированных гидразинов с N_2O_4 при идеальных условиях должны привести к возникновению CO_2, N_2 и H_2O. Однако выяснено, что полное сгорание при фактических запусках двигателя достигается редко или не достигается. В импульсном режиме работы ракетных двигателей на двухкомпонентном топливе невозможно достичь высоких температур в камере, требуемых для полного сгорания топлива.

Другие области применения. Гидразин является современным и самым распространенным топливом в небольших ракетных двигателях малой тяги, используемых для контроля ориентации космических летательных аппаратов и спутникового маневрирования. Гидразин также используется в электролитическом покрытии металлами стекла и пластмасс, в фармацевтических препаратах, топливных элементах, красках, фотографических химикатах, сельскохозяйственных химикатах, как катализатор полимеризации и ингибитор коррозии в воде для подпитки котла (очистка воды), и в воде для охлаждения реактора. Монометилгидразин используется в блоках аварийного энергоснабжения летательных аппаратов.

Внешний вид (заводской). Гидразин – прозрачная жидкость с точкой замерзания немного выше, чем у воды - +1,5°С, и нормальной точкой кипения при 114°С. Его плотность немного больше, чем у воды, и составляет 1,003 г/мл. Он является раздражителем кожи, глаз и легких, а также очень ядовит при попадании внутрь организма. Монометилгидразин – прозрачная жидкость с точкой замерзания – 52°С и точкой нормального кипения 88°С. Благодаря этим свойствам, это топливо применимо для тактических военных ракет. Его плотность составляет 0,87 г/мл. Монометилгидразин очень ядовит. Несимметричный диметилгидразин – прозрачная жидкость с точкой замерзания – 57°С и нормальной точкой кипения при 62°С. Его плотность – 0,78 г/мл. Он также очень ядовит.



Рисунок 9. 34-галлонные контейнеры для транспортировки обезвоженного гидразина, сделанные из нержавеющей стали 300-й серии. («Приложение к руководству РКРТ по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», Третье издание (май 2005))

Внешний вид (комплектный). Обезвоженный гидразин (вода выпарена), монометилгидразин и несимметричный диметилгидразин классифицируются как огнеопасные жидкости и яды. Гидразиновые продукты могут храниться и транспортироваться в бочках и резервуарах из алюминия, нержавеющей стали 300-й серии и из сплавов титана. Небольшие партии закупок обычно упаковываются в 55-галлонные барабаны; а более крупные заказы отправляются в железнодорожных цистернах. Воздух из контейнеров для топлива гидразинового семейства выкачивается и заменяется инертным газом, таким как азот, чтобы предотвратить загрязнение и медленное окисление.

4.C.2.c. Алюминиевый порошок (номер по КАС 7429-90-5) в виде однородных сферических частиц диаметром менее 200 × 10^{-6}м (200 мкм) с содержанием алюминия не ниже 97 процентов (по весу), в котором по крайней мере 10 процентов общего веса составляют частицы размером 63 мкм — согласно стандарту ISO 2591:1988 или национальным эквивалентам, таким, как JIS Z8820;

Техническое примечание:
Размер частиц в 63 мкм (ISO R-565) соответствует 250 меш (метод Тайлера) или 230 меш (стандарт E-11 ASTM).

4.C.2.d. Цирконий (номер по КАС 7440-67-7), бериллий (номер по КАС 7440-41-7), магний (номер по КАС 7439-95-4) и их сплавы в виде сферических, сфероидальных, чешуйчатых или гранулированных, а также полученных распылением частиц размером менее 60 × 10^{-6}м (60 мкм) с содержанием 97 процентов (по весу) и более любого из указанных металлов;

Техническое примечание:
Естественная примесь гафния (номер по КАС 7440-58-6) в цирконии (обычно от 2 до 7 процентов) считается цирконием.

4.C.2.e. бор (номер по КАС 7440-42-8) и его сплавы в виде сферических, сфероидальных, чешуйчатых или гранулированных, а также полученных распылением частиц размером менее 60 × 10^{-6}м (60 мкм) с содержанием бора 85 процентов (по весу) и более;

4.C.2.f. Высокоэнергетические вещества, пригодные к использованию в системах, указанных в позиции 1.A. или 19.A.:

1. Смесевые топлива, состоящие из твердых и жидких горючих компонентов, например боросодержащая суспензия, с удельной теплотворной способностью на единицу массы 40 × 10^6 Дж/кг или более;
2. Другие топлива с высокой теплотворной способностью (например, кубан, ионные растворы, JP-10) с удельной теплотворной способностью на единицу объема 37.5 × 10^9 Дж/$м^3$ или более при температуре 20^{o}C и давлении в одну атмосферу (101.325 кПа).

Примечание:
По позиции 4.C.2.f.2. не контролируются очищенные ископаемые виды топлива и биотопливо из сырья растительного происхождения, включая виды топлива для двигателей, аттестованных для применения в гражданской авиации, если они специально не разработаны для систем, указанных в позиции 1.A. или 19.A.

Характер и назначение. Такие металлы, как алюминий, бериллий, бор, магний, и цирконий являются хорошим топливом при размерах частиц менее 60 x 10^{-6} м (60 мкм). Они используются как компонент топлива для увеличения эффективности твердого и жидкого ракетного топлива. Например, алюминиевый порошок в качестве топливной добавки составляет 5–21% от веса твердого топлива. Сгорание алюминиевого топлива увеличивает температуру пламени топлива до 800°K и увеличивает удельную тягу на 10%.

Метод эксплуатации. Металлический порошок добавляется либо к твердотопливному заряду во время производства ракетного двигателя, либо к жидкому ракетному топливу для создания взвешенного раствора. Поскольку отношение поверхности к объему настолько малых металлических частиц очень велико, окислитель покрывает и быстро сжигает каждую металлическую частицу, таким образом высвобождая высокий уровень энергии на единицу веса при очень высокой температуре. Существуют также разработанные для ракет высокоэнергетические топлива и топливные добавки, не использующие металлические порошки.

- Бразилия
- Канада
- Китай
- Франция
- Индия
- Иран
- Япония
- Пакистан
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Алюминиевый порошок относительно недорог и широко используется как топливный компонент в твердо- и жидкотопливных ракетных двигателях для увеличения удельной тяги топлива и содействия стабилизации горения. Бериллий, бор, магний, и топлива из металла циркония также могут использоваться, но на практике они малоприменимы в боевых ракетах. Обычно они дороги, опасны в обращении и трудны в управлении. Двигатели бериллиевого топлива были разработаны только в качестве последних ступеней, потому что некоторые из их выхлопных продуктов токсичны.

Некоторые высокоэнергетические типы топлива разрабатываются непосредственно для применения в ракетах, например, «Реактивное топливо 10» (JP-10) для использования в ограниченных по объему крылатых ракетах, а также некоторые модификации керосина разрабатываются для использования в качестве ракетного топлива. Другие высокоэнергетические топлива, такие как кубан, могут использоваться в качестве топливной добавки с целью увеличения промежутка времени определенного импульса существующих ракет и видов топлива.

Другие области применения. Алюминиевый порошок используется как главный компонент в алюминиевой распыляющейся краске. Сферический алюминиевый порошок используется как катализатор и как компонент в покрытиях для турбинных кожухов, а также в строительных материалах, таких как газобетон и термит. Магний используется прежде всего в пиротехнической промышленности. Бор иногда используется в топливном взвешенном растворе для туннельных ракет и в твердотопливных прямоточных воздушно-реактивных двигателях тактических ракет. Цирконий используется в некоторых высокоплотных композитных типах топлива для тактических задач, при которых объем топлива ограничен. Бор и цирконий используются в воспламеняющих составах для воспламенителей.

Внешний вид (заводской). Алюминиевый порошок имеет серый или матово-серебристый цвет. Размер частиц большинства видов порошкового алюминиевого топлива колеблется от 3 до 100 микрон, хотя используются и более крупные частицы. Форма частицы является более или менее сферической. Бериллий, магний и цирконий – это также серые или матово-серебристые порошки. Бор - это темно-коричневый порошок. Внешний вид жидкого раствора бора зависит от жидкости, в которой он растворяется, и размера частицы бора; обычно, цвет темно-коричневый или черный. Например бор, смешанный с дициклопентадиеном, является потенциальным топливом для прямоточного воздушно-реактивного двигателя и создает шоколадно-коричневый взвешенный раствор медоподобной консистенции. Ракетные топлива, такие как «Ракетное топливо 1» (RP-1) и JP-10, внешне похожи на реактивные топлива, которые являются прозрачными жидкостями янтарного цвета.

Внешний вид (комплектный). Алюминиевый порошок обычно упаковывается и отправляется в стальных барабанах емкостью 30 галлонов или меньше. Алюминиевый порошок в 30-галлонном

барабане весит приблизительно 180 кг. Другие металлы встречаются гораздо реже, но упаковываются они так же. Ракетные топлива, такие как JP-10 и RP 1, могут быть упакованы и отправлены в 55-галлонных барабанах. Учитывая использование в ракетах больших количеств RP 1, это топливо может также транспортироваться в больших 7000-галлонных прицеп-цистернах.

Дополнительная информация. Плотность алюминия составляет 2,7 г/мл, но объемная плотность несколько меньше и зависит от размера частицы. Бериллий и его продукты сгорания очень ядовиты. Бор трудновозгораем. Цирконий очень опасен в обращении в перемолотой форме, поскольку он спонтанно загорается в воздухе; поэтому его обычно транспортируют в воде.

4.C.3. Смеси «окислитель/горючее»:
Смеси перхлоратов, хлоратов или хроматов с металлическими порошками или другими высокоэнергетическими горючими компонентами.

Характер и назначение. Перхлораты, хлораты, и хроматы, смешанные с топливными компонентами любого вида (например, металлическими порошками), чрезвычайно нестабильны, могут загореться или взорваться и трудноуправлямы в составе топлива. ПХА, предпочтительный окислитель твердого топлива, редко отправляется в больших оптовых количествах в смеси с топливным компонентом из-за связанной с этим опасностью возгорания. Однако эти смеси транспортируются в компонентах, таких как воспламенители или в маленьких упаковках (приблизительно 3 кг).

- Нет никаких известных поставщиков этих смесей из-за чрезвычайной пожароопасности; однако, много стран могут создать и отправить такие смеси.

Глобальное производство



Метод эксплуатации. Кислород в перхлоратах, хлоратах, и хроматах высвобождается при сгорании, позволяя гореть высокоэнергетическому топливному компоненту смеси. Поскольку кислород распределен по смеси равномерно, смесь горит очень интенсивно в отсутствие воздуха и ее пламя сложно погасить.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: ПХА, смешанный с порошкообразным алюминием, обычно используется в твердотопливных ракетных двигателях. Другие смеси окислителей и топлива обычно используются при поджигании ракет или в замедлителях, и редко применяются в ракетах для других целей.

Другие области применения. В смеси с металлическими порошками перхлораты, хлораты или хроматы используются в промышленных факелах и зажигательных устройствах.

Внешний вид (заводской). Цвет этих материалов зависит от окислителя и используемого топлива. Существует множество комбинаций, но наиболее вероятными (ПХА и алюминиевый порошок) являются светло-серые материалы, по структуре похожие на столовую соль.**Внешний вид (комплектный).** Перхлораты, хлораты или хроматы при смешивании с металлическими порошками являются чрезвычайно огне- или взрывоопасными и маловероятно, что они будут транспортироваться в таких смесях. Обычно они отправляются отдельно от металлических порошков или других высокоэнергетических топливных компонентов, а затем смешиваются с ними при заливке в корпус двигателя.

4.С.4.Окислители:

а. Окислители, используемые в жидкостных ракетных двигателях:

1. Динитроген триоксид (номер по КАС 10544-73-7);
2. Нитроген диоксид (номер по КАС 10102-44-0)/динитроген тетроксид (номер по КАС 10544-72-6);
3. ДинитрогенпентоксидномерпоКАС10102-03-1);
4. Смешанные оксиды азота;
5. Ингибированная красная дымящаяся азотная кислота (номер по КАС 8007-58-7);
6. Соединения,состоящиеизфтора и одного или более других галогенов, кислорода или азота;

Примечание:

По позиции 4.С.4.а.6 не контролируется газообразный трифторид азота (NF3) (номер по КАС 7783-54-2) как компонент, не используемый для ракетных систем.

Техническое примечание:

Смешанные оксиды азота (MON)) представляют собой растворы моноокиси азота (NO) в смеси четырехокиси азота/двуокиси азота (N_2O_4/NO_2), которые могут использоваться в ракетных системах. Существует целый ряд составов, которые могут быть обозначены как MONi или MONij, где i и j представляют собой целые числа, показывающие процентную долю оксида азота в смеси (так, например, MON3 содержит 3 процента оксида азота, а MON25 — 25 процентов оксида азота. Самой насыщенной смесью является MON40, где оксид азота составляет 40 процентов по весу).

Характер и назначение. Окислители предоставляют кислород или галоген для сжигания топлива в любом ракетном двигателе. Имея запас топлива и окислителя, ракета не зависит от кислородной атмосферы и может таким образом работать в космосе.

Метод эксплуатации. В твердотопливных ракетных двигателях окислитель смешивается равномерно с топливом и перед использованием заливается в корпус двигателя. В жидкотопливных ракетных двигателях окислитель и топливо вводятся в камеру сгорания под большим давлением, смешиваются и воспламеняются. В обоих случаях высокая температура приводит к отсоединению кислорода от окислителя и высвобождению его для сгорания вместе с топливом. Некоторые виды жидкого топлива спонтанно возгораются при контакте. Получающиеся горячие газы ускоряются через сопло ракеты и развивают тяговую силу.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям:

Три оксид динитрогена (N_2O_3) – при нормальном атмосферном давлении это черная жидкость, которая разлагается при температуре выше 3,5°C и замораживается при –102 °C. N_2O_3 редко используется в качестве ракетного топлива.

Четырехокись динитрогена (N_2O_4), также известный как четырехокись азота – это димер двух молекул газа диоксида азота (NO_2). N_2O_4 – при нормальных атмосферном давлении и температуре (ниже 21°C) является жидкостью. Однако в небольшом диапазоне температур он является жидкостью и соответственно, может использоваться только в тех ракетах, которые хранятся при контролируемых температурах, например, в бункерах. Поэтому N_2O_4 обычно не используется в мобильных и тактических ракетах. В зависимости от температуры и давления, NO_2 и N_2O_4 достигают равновесия при различных процентных соотношениях. Результатом является смешанные оксиды азота (MON), обозначаемые «MONi», где «i» означает процентное содержание NO. Это топливо является жидкостью зеленого цвета, с высоким давлением пара и пониженным диапазоном температур жидкой фазы; оно используется в тактических ракетах.

Пентоксид динитрогена (N_2O_5) обычно не используется в качестве окислителя в жидкотопливных ракетных двигателях, потому что при нормальном атмосферном давлении и температуре он является твердым телом.

Ингибированная красная дымящаяся азотная кислота обладает высокой плотностью и низкой точкой замерзания; это – широко доступный окислитель на основе азотной кислоты, предпочтительный для тактических ракет.

Трифторид хлора (ClF_3) и *хлорил (пер-)фторид* (ClO_3F) – два самых распространенных окислителя на галогенной основе. Поскольку они очень ядовиты и являются активными окислителями, они трудны в обращении. Поэтому они редко используются, за исключением разработки технологий. Существуют и другие разработанные и испытанные межгалогенные окислители, но они не используются из-за их высокой стоимости, сложности в обращении, и из соображений безопасности. Например, пятифтористый хлор (ClF_5) и «Fluorox» (ClF_3O) трудно получить с соблюдением мер безопасности, и они часто недоступны. Первоначально они были разработаны ввиду высокой эффективности сочетания фтора с гидразином, однако фтор необходимо хранить при температуре ниже его точки кипения (–188°C), чтобы предотвратить испарение, и он, таким образом, непрактичен для использования в качестве окислителя в тактических ракетах. То же самое относится к хлору. Основанные на галогене окислители встречаются крайне редко.

- Китай
- Бразилия
- Япония
- Франция
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Во всем мире (для азотных кислот)

- Только Российская Федерация, Швеция, и Соединенные Штаты производили динитрамид аммония.

Глобальное производство



Другие области применения. N_2O_4 обычно используется в спутниках и в орбитальных системах маневрирования. Смесь оксида азота (NO_2) и N_2O_4 является исходным материалом для любого производства азотной кислоты и используется как нитрирующий агент для сельскохозяйственных химикатов, пластмасс, бумаги и каучука. N_2O_5 используется для изготовления взрывчатых веществ и является нитрирующим агентом в органической химии.

Концентрированная азотная кислота, главный компонент ингибированной красной дымящейся азотной кислоты, используется для изготовления фармацевтических препаратов и взрывчатых веществ. Хлор и фтор имеют широкое коммерческое применение. Хлор широко используется в очистке воды, дезинфицировании или отбеливании материалов, а также в изготовлении многих важных составов, включая хлороформ и четыреххлористый углерод. ClF_3 используется в переработке ядерного топлива, а ClO_3F используется как газообразный диэлектрик в трансформаторах.

Внешний вид (заводской) (измерения произведены при стандартных температуре и давлении): При комнатной температуре NO_2 – красно-коричневый газ, а N_2O_4 – красно-коричневая жидкость. В зависимости от температуры и давления, NO_2 и N_2O_4 уравновешиваются при различных процентных соотношениях. MON – это смеси NO_2 и N_2O_4, создающие зеленые жидкости с более низкими точками замерзания, чем у N_2O_4, который замерзает при –11°C и кипит при +21°C. Плотность N_2O_4 – 1,43 г/мл.

Красная кипящая азотная кислота является почти безводной азотной кислотой, которая стабилизируется при высоких концентрациях добавленных азотных окисей. Примерно 15% NO_2 обычно распадается в кислоте, но ее можно добавить для увеличения плотности жидкости. Азотная кислота максимальной плотности – это 56% HNO_3 и 44% N_2O_4. Поскольку азотная кислота является коррозийной для наименее благородных материалов (материалы, которые активно вступают в химические реакции), чтобы произвести ингибированную красную дымящуюся азотную кислоту добавляется небольшое количество (приблизительно 0,75%) гидрофтористой кислоты. Хранимая в контейнерах из нержавеющей стали или алюминия, гидрофтористая кислота

формирует защитные фториды, которые уменьшают степень коррозии стенок. Ингибированная красная дымящаяся азотная кислота замерзает приблизительно при –65°С и кипит приблизительно при +60°С. Ее плотность при нормальной комнатной температуре составляет приблизительно 1,55 г/мл, в зависимости от количества добавленного N_2O_4.

Фтор – это элемент галогена, бледно-желтого цвета, высококоррозийный, ядовитый, и газообразный. Обычно он считается самым реактивным из всех элементов. Его точка замерзания – 220°С, а кипения –188 °С, благодаря чему он является криогенной жидкостью. Его удельная масса в жидком состоянии составляет 1,108 г/мл в точке кипения.

Хлор – это зеленовато-желтый газ, который является раздражителем, а также способен к соединению с почти всеми другими элементами. Он производится главным образом при электролизе поваренной соли. Его точка замерзания –101°С; точка кипения –35°С; удельная масса составляет 1,56 г/мл (при –34°С).

Пятифтористый хлор (ClF_5), который кипит при –14 °С при давлении в одну атмосферу, нужно герметизировать для поддержания жидкой формы. Его плотность составляет 1,78 г/мл при +25 °С. Поскольку трифторид хлора (ClF_3) кипит при +12°С с ним легче обращаться, чем с ClF_5, но тоже нужно герметизировать при транспортировке. Пятифтористый бром (BrF_5) кипит при +40 °С, но его ругие особенности, такие как чувствительность к сотрясению, токсичность, коррозийность и более низкая удельная тяга делают его непрактичным топливом.

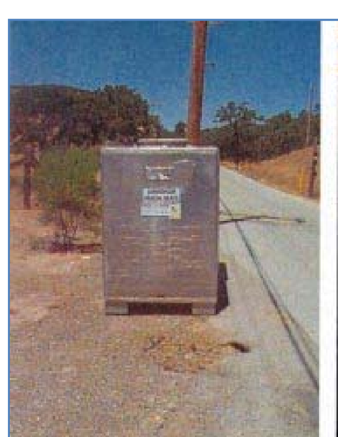
Трифторид азота (NF_3) – это криогенный окислитель, который кипит при –130 °С и имеет плотность 1,55 г/мл в нормальной точке кипения. Четырехфтористый азот (N_2F_4) имеет более высокие плотность и точку кипения, но также является криогенным.

Внешний вид (комплектный). Комбинации азотных кислот и NTO/N_2O_4 обычно хранятся в резервуарах из нержавеющей стали, которые были подготовлены специально для этого. Алюминиевые резервуары и трубопроводы также совместимы с азотной кислотой. Упаковки для транспортировки этих химикатов снабжаются идентифицирующими надписями, предупреждениями, этикетками и символами. MON должен отправляться в герметичных контейнерах из-за свойственных ему паров высокого давления и низкой точки кипения.

Ингибированная красная дымящаяся азотная кислота обычно хранится и отправляется в алюминиевых резервуарах, которые были подготовлены специально для этого. Резервуары из нержавеющей стали и трубопроводы также подходят для ее хранения.
Экзотическое топливо, такое как хлор и фтор, является криогенными жидкостями и чрезвычайно реактивно и ядовито. Соответственно, их транспортировка и обращение с ними строго регулируются. Обычные металлические контейнеры не могут использоваться для их содержания. Для транспортировки в жидкой форме требуются резервуары сверхнизкой температуры и высокого давления. Двухфтористый кислород (OF_2) может храниться при низких температурах в специально подготовленных, обложенных стеклом резервуарах из нержавеющей стали.

4.С.4 .b. окислители, используемые в твердотопливных ракетных двигателях:
1. Перхлорат аммония (номер по КАС 7790-98-9);
2. Динитрамид аммония (номер по КАС 140456-78-6);
3. Нитроамины (циклотетраметилентетранитрамин — октоген (номер по КАС 2691-41-0); циклотриметилентринитрамин — гексоген (номер по КАС 121-82-4);
4. Гидразин нитроформиат (номер по КАС 20773-28-8);
5. 2, 4, 6, 8, 10, 12 — гексанитрогексаазаизовурцитан (CL-20) (номер по КАС 135285-90-4).

Характер и назначение. Твердые окислители обеспечивают кислород, который требуется для сжигания твердого топлива ракетного двигателя. Имея запас топлива и окислителя, ракета не зависит от кислородной атмосферы. Нитроамины по существу не являются окислителями , однако они используются как топливная добавка для увеличения эффективности, благодаря их взрывчатости.



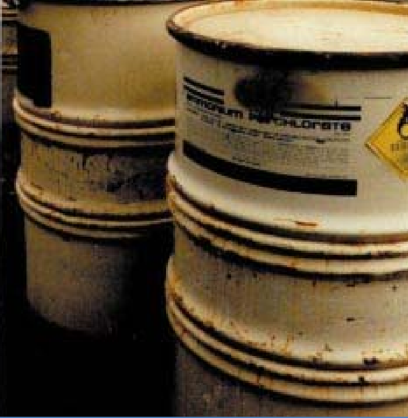


Рисунок 10. Два разных контейнера для транспортировки перхлората аммония. (The Charles Stark Draper Laboratories & Kerr McGee)

Метод эксплуатации. Твердый окислитель равномерно смешивается с топливом и заливается в корпус двигателя. Кислород отсоединяется во время процесса горения и способствует быстрому сжиганию доступного топлива, в результате чего, на очень больших скоростях выбрасываются газы, производящие тягу.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: ПХА – это окислительный агент, используемый в большинстве современных видов твердого топлива. В зависимости от формулы, он составляет от 50% до 85% массы топлива.

Динитрамид аммония – это окислительный агент твердого топлива. Этот материал используется подобно ПХА.

Циклотетраметилентетранитрамин, обычно называемый «октогеном», и циклотриметилентринитрамин, обычно называемый «гексогеном», являются высокоэнергетическими взрывчатыми веществами, часто добавляемыми к твердому топливу, чтобы понизить температуру сгорания и уменьшить количество дыма. Циклотетраметилентетранитрамин и циклотриметилентринитрамин обычно составляют менее 30% веса топлива. 2,4,6,8,10,12-гексанитрогексаазаизовурцитан приблизительно на 20% активнее циклотетраметилентетранитрамина. Гидразин нитроформиат – это активный окислитель, используемый для твердого ракетного топлива; он очень эффективно горит, а при объединении с современными связующими веществами, оказывает очень слабое влияние на окружающую среду, поскольку свободен от хлоров.

Другие области применения. ПХА используется во взрывчатых веществах, пиротехнике, аналитической химии и как агент для травления и гравировки. Насколько нам известно, динитрамид аммония не имеет промышленного применения. Циклотетраметилентетранитрамин и циклотетраметилентринитрамин используются в боеголовках, военных и гражданских взрывчатых веществах, а также в труборезах на нефтяных скважинах. Гидразин нитроформиат не имеет известного применения в промышленности, кроме как в создании топлива для космических аппаратов/ ракет.

Внешний вид (заводской). ПХА – это белое или, в зависимости от наличия примесей, грязно-белое, прозрачное, твердое и внешне похожее на поваренную соль вещество. Динитрамид аммония – это белое, восковое, прозрачное, твердое вещество, в виде тонких пластинок или маленьких круглых шариков. Циклотетраметилентетранитрамин и циклотетраметилентринитрамин – это белые прозрачные вещества, очень напоминающие чистую поваренную соль. 2,4,6,8,10,12-гексанитрогексаазаизовурцитан – это кристаллические прозрачные вещества. Гидразин нитроформиат – это желтое прозрачное вещество, напоминающее длинные иглы, хотя дальнейшие разработки привели к созданию гранулированной формы.

Внешний вид (комплектный). ПХА обычно упаковывается и транспортируется в 30- или 55-галлонных покрытых полиэтиленом барабанах с символьной маркировкой, предупреждающей о наличии окислителя или взрывчатого вещества. Два типа контейнеров для ПХА и их маркировки показаны на Рисунке 12. Динитрамид аммония упаковывается и транспортируется подобно ПХА. Циклотетраметилентетранитрамин и циклотетраметилентринитрамин обычно упаковываются и транспортируются либо в воде, либо в спирте (потому как в сухой форме они склонны к взрыву), в 30- или 55-галлонных покрытых полиэтиленом барабанах, с символьной маркировкой, предупреждающей о наличии окислителя или взрывчатого вещества.

- Бельгия
- Дания
- Финляндия
- Индия
- Норвегия
- Испания
- Украина
- Соединенное Королевство
- Китай
- Франция
- Германия
- Нидерланды
- Российская Федерация
- Швейцария
- Объединенные Арабские Эмираты
- Соединенные Штаты

•Гидразин нитроформиат

- Нидерланды
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Дополнительная информация. ПХА обычно производится со средним размером частицы 200–400 микронов (70–40 меш). Плотность ПХА – 1,95 г/мл, но объемная плотность меньше и зависит от размера частицы. ПХА активно разлагается прежде, чем тает. Химическая формула ПХА – NH_4ClO_4. Плотность динитрамида аммония составляет 1,75 г/мл, сообщаемая точка плавления 92–95°C. Химическая формула – $NH_4N(NO_2)_2$.

Циклотетраметилентетранитрамин и циклотетраметилентринитрамин обычно производятся с размером частицы 150–160 микронов (100–80 меш). Плотность циклотетраметилентетранитрамина – 1,91 г/мл, точка плавления 275°C, а химическая формула – $C_4H_8N_8O_8$. Плотность циклотетраметилентринитрамина – 1,81 г/мл, точка плавления 204°C, а химическая формула – $C_3H_6N_6O_6$. Циклотетраметилентетранитрамин и циклотетраметилентринитрамин также активно разлагаются в точках плавления.

4.C.5. Полимеры:
a. Полибутадиен с карбоксильными концевыми группами;
b. Полибутадиен с гидроксильными концевыми группами;
c. Полимер на основе глицидилазида;
d. Сополимер бутадиена и акриловой кислотые. Polybutadiene-Acrylic Acid-Acrylonitrile (PBAN);
e. Сополимер бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила;
f. Политетрагидрофуран полиэтиленгликоль.

Техническое примечание:
Политетрагидрофуран полиэтиленгликоль представляет собой блоксополимер поли 1,4-бутанедиола и полиэтиленгликоля.

Характер и назначение. Эти шесть полимеров используются в качестве связующих веществ и топлива в твердотопливных ракетных двигателях. Они являются жидкостями, полимеризирующимися во время изготовления двигателя для создания упругой матрицы, которая скрепляет твердые компоненты топлива в эластичном полимерном композитном материале. Они также выгорают как топливо и способствуют созданию общей тяги. Полимер на основе глицидилазида – единственный в этой группе образует энергию. Энергия образуется в результате его разложения во время процесса сгорания.

Метод эксплуатации. Смесители периодического действия (или, редко, смесители непрерывного действия для очень крупномасштабного производства) используются для вмешивания компонентов топлива в полимерное вещество в тщательно контролируемых пропорциях. Вязкий, хорошо смешанный материал затем заливается в корпус ракетного двигателя, в котором он полимеризируется и прикрепляется или к внутренней стенке, или к изоляционному материалу внутри корпуса ракетного двигателя. В результате получается ракетный двигатель, полностью загруженный твердым топливом.

- Китай
- Франция
- Индия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Эти полимерные вещества используются в производстве твердого топлива для твердотопливных и гибридных ракетных двигателей. Они также используются в производстве меньших твердотопливных ракетных двигателей, используемых для запуска БЛА и крылатых ракет. Эти связующие компоненты сильно влияют на эффективность двигателя, его износ, возможность хранения, обработку топлива и надежность.

Хотя все эти материалы представляют интерес в качестве потенциальных связующих веществ для твердого топлива, полибутадиен с гидроксильными концевыми группами является предпочтительным связующим веществом. В настоящее время, ни одна из полевых баллистических ракетных систем не использует полимер на основе глицидилазида или сополимер бутадиена и акриловой кислоты. Полибутадиен с карбоксильными концевыми группами и сополимер бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила в значительной степени вытеснили сополимер бутадиена акриловой кислоты из-за их превосходных механических характеристик и малой степени износа.

Другие области применения. Насколько нам известно, сополимер бутадиена акриловой кислоты не имеет промышленного применения. Полибутадиен с гидроксильными концевыми группами широко применяется в производстве асфальта, электроники и в качестве изолятора.

Внешний вид (заводской). Эти шесть полимерных материалов представляют собой прозрачные, бесцветные, вязкие жидкости. Во время изготовления добавляются антиокислители на уровне одного процента или менее для повышения срока годности веществ, благодаря чему продукт приобретает оттенок, от светло-желтого до темно-коричневого. Цвет зависит от типа и количества используемого антиокислителя.



Рисунок 11. Тарный барабан сополимера бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила. (The Charles Stark Draper Laboratories)

Вязкость этих шести жидкостей колеблется от легкого сиропоподобного состояния до подобного густой патоке. За исключением полимера на основе глицидилазида, который практически не обладает запахом и имеет фиксированную плотность 1,3 г/мл, у основанных на полибутадиене полимеров есть отличительный, подобный нефти, аромат, а удельный вес немного меньше, чем у воды (0,91–0,94 г/мл).

Внешний вид (комплектный). Эти жидкости обычно транспортируются в 55-галлонных стальных барабанах. Внутренние стенки барабанов обычно покрываются краской из эпоксидной смолы или другим материалом, предотвращающим ржавление. Если жидкости отправляются в барабанах из нержавеющей стали, в покрытии нет нужды. Меньшие или большие контейнеры могут использоваться в зависимости от объема поставки; для транспортировки очень больших количеств могут использоваться вагоны-цистерны и автоцистерны. Пример упаковки сополимера бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила в тарном барабане показан на Рисунке 13.

4.C.6. Другие топливные компоненты и добавки:

a. Связующие:

1. Трис (1-(2-метил)азиридинил) фосфороксид (номер по КАС 57-39-6);
2. 1,1′,1″-тримезол-трис (2-этилазиридин) (HX-868) (номер по КАС 7722-73-8);
3. «Тепанол» (HX-878) — продукт реакции глицидного спирта с тетраэтиленпентамином и акрилонитрилом (номер по КАС 68412-46-4);
4. «Тепан» (HX-879) — продукт реакции тетраэтиленпентамина с акрилонитрилом (номер по КАС 68412-45-3);
5. Многофункциональные азиридинамиды изофталиевой, тримезиновой, изоциануровой или триметиладипиновой кислот с 2-метилазиридиновой или 2-этилазиридиновой группой;

Примечание:

Позиция 4.C.6.a.5. включает:

1. *1,1'-изофталоил-бис (2-метилазиридин) (HX-752) (номер по КАС 7652-64-4);*
2. *2,4,6-трис (2-этил-1-азиридинил)-1,3,5-триазин (HX-874 (номер по КАС 18924-91-9);*
3. *1,1'-триметиладипоил-бис (2-этилазиридин) (HX-877) (номер по КАС 71463-62-2).*

- **МАРО**
- Франция
- Япония
- Индия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- **1,1′,1″-тримезол-трис (2-этилазиридин), «Тепанол», «Тепан», полиакриламиды**
- Соединенные Штаты
- Соединенные Штаты – главный производитель и поставщик этих материалов, но у некоторых европейских и азиатских стран могут быть лицензии производства, и производство этих материалов может быть более широко распространенным, потому что состав этих материалов – информация открытого источника, и методы производства несложно воспроизвести.

Глобальное производство



Характер и назначение. Топливные связующие материалы используются для улучшения сцепления или прилипания между связующим веществом и окислителем, обычно ПХА. Этот процесс значительно улучшает физические свойства топлива при увеличении его способности противостоять сотрясениям и напряжениям. Связующие материалы обычно используются только с топливом в виде полибутадиена с гидроксильными концевыми группами. Некоторые связующие материалы используются как отверждающие агенты или сшиватели в топлива из полибутадиена с карбоксильными концевыми группами и сополимера бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила.

Метод эксплуатации. Связующие материалы обычно добавляются к топливу во время смешивания в соотношении менее 0,3%. Соединение реагирует с ПХА для производства очень тонкого полимерного покрытия на поверхности частицы ПХА. Это полимерное покрытие скрепляет ПХА с веществом, связующим полибутадиен с гидроксильными концевыми группами. Молекулярная структура остается почти такой же.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Топливные связующие материалы используются для полимеризации топлива (связывания окислителя) в твердотопливных ракетных двигателях. Они также используются в меньших ракетных двигателях для запуска БЛА, включая крылатые ракеты. Трис (1-(2-метил)азиридинил) фосфороксид– это отверждающий агент предварительных полимеров полибутадиена с карбоксильными концевыми группами и связующий материал для исходных материалов полибутадиена с гидрокслильными концевыми группами. 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) – это связующий агент полибутадиена с гидроксильными концевыми группами. «Тепан» – это связующий материал полибутадиена с гидроксильными концевыми группами. Многофункциональные азиридиновые амиды являются связующими материалами полибутадиена с гидроксильными концевыми группами и загустителями для полибутадиена с карбоксильными концевыми группами и сополимера бутадиена, акриловой кислоты и акрилонитрила.

Другие области применения. Трис (1-(2-метил)азиридинил) фосфороксид используется только в твердом ракетном топливе. 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) с полибутадиеном с гидроксильными концевыми группами используется в промышленности, особенно, в электронике, как изолятор, и в качестве отверждающего агента для предварительных полимеров полибутадиена с карбоксильными концевыми группами. «Тепанол» и «Тепан» используются только в твердом ракетном топливе. Анодированная пирофосфорная кислота используется в коммерческих клеящих веществах.

Внешний вид (заводской). Трис (1-(2-метил)азиридинил) фосфороксид – это немного вязкая янтарная жидкость. Она обладает характеным резким ароматом. При контакте с кислотами и ПХА она активно полимеризуется. Ее точка кипения - 1200°C при 0,004 бар; плотность – 1,08 г/мл и химическая формула – $C_9H_{18}N_3OP$. 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) – это светло-желтая, вязкая жидкость; при охлаждении ниже 160°C 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) – это бледное, не совсем белое, воскоподобное твердое вещество. 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) не имеет четко выраженной точки плавления, плотность его составляет 1,00 г/мл, и химическая формула – $C_{21}H_{27}N_3O_3$. «Тепанол» – это темно-желтая, вязкая жидкость. Он обладает сильным запахом, подобно аммиаку. «Тепан» намного менее вязок, чем «Тепанол», но идентичен ему во всех других отношениях, включая очень сильный запах, как у аммиака. Анодированная пирофосфорная кислоты подобны 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридину).

Внешний вид (комплектный). Трис (1-(2-метил)азиридинил) фосфороксид упаковывается и отправляется в стандартных, 1–55-галлонных стальных канистрах или барабанах. 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридин) упаковывается в 1-галлонных стальных канистрах, которые обычно транспортируются в изолированных контейнерах, наполненных сухим льдом, и хранится при 0°C или меньшей температуре для поддержания срока годности. «Тепанол», «Тепан», и анодированная пирофосфорная кислота идентичны по условиям транспортировки и хранения с 1,1”,1”-тримезол-трис (2-этилазиридином) .

Характер и назначение. Отверждающие агенты и катализаторы используются для полимеризации твердого ракетного топлива; то есть, они приводят к отвердению вязкой смеси жидкого полимерного вещества и других твердых ракетных компонентов и преобразованию смеси в эластичный композитный материал, который прикрепляется к внутренней стенке или к изоляционному материалу внутри корпуса двигателя.

4.C.6.b. Катализаторы реакции отверждения: Трифенил висмута (номер по КАС 603-33-8)

Метод эксплуатации. В малых количествах к полибутадиену с гидроксильными концевыми группами добавляется трифенил висмута, чтобы вызвать относительно умеренную химическую реакцию, называемую полимеризацией. Молекулярная структура полибутадиена с гидроксильными концевыми группами остается почти такой же, но материал переходит из жидкой в твердую форму ввиду возникновения молекулярной сшивки.

- Франция
- Япония
- Швейцария
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Трифенил висмута используется как катализатор отверждения в твердом топливе из полибутадиена с гидроксильными концевыми группами.

Другие области применения. Трифенил висмута используется в некоторых пластмассах.

Внешний вид (заводской). Трифенил висмута – это прозрачный порошок, от белого до светло-коричневого цвета. Плотность трифенил висмута составляет 1,7 г/см3, точка плавления 78°C и химическая формула – $C_{18}H_{15}Bi$.

Внешний вид (комплектный). Трифенил висмута упаковывается в коричневые стеклянные контейнерах ввиду его чувствительности к свету. Эти контейнеры различны по объему от нескольких граммов до 5 кг. При транспортировке в больших количествах, трифенил висмута может быть упакован в полиэтиленовые пакеты, тканевые мешки или картонные коробки.

4.C.6.c. Компоненты, регулирующие скорость горения топлива:
1. Карбораны, декарбораны, пентабораны и их производные;
2. Производные ферроцена:
    a. Катоцин (номер по КАС 37206-42-1);
    b. Этилферроцен (номер по КАС 1273-89-8);
    c. Пропилферроцен;
    d. N-бутилферроцен (номер по КАС 31904-29-7);
    e. Пентилферроцен (номер по КАС 1274-00-6);
    f. Дициклопентилферроцен;
    g. Дициклогексилферроцен;
    h. Диэтилферроцен (номер по КАС 1273-97-8);
    i. Дипропилферроцен;
    j. Дибутилферроцен (номер по КАС 1274-08-4);
    k. Дигексилферроцен (номер по КАС 93894-59-8);
    l. Ацетилферроцен;
    m. Ферроценкарбоновые кислоты;
    n. Бутацин (номер по КАС 125856-62-4);
    o. Другие производные ферроцена, регулирующие скорость горения ракетного топлива;

Примечание:
По позиции 4.C.6.c.2.o не контролируются производные ферроцена, содержащие шестиуглеродный ароматический радикал, прикрепленный к молекуле ферроцена.

Характер и назначение. Модификаторы скорости горения – это химические добавки к твердому ракетному топливу, которые изменяют скорость горения топлива. Цель состоит в подгонке времени горения ракетного двигателя для соответствия требованиям.

Метод эксплуатации. Модификаторы скорости горения смешиваются в тщательно контролируемых количествах с топливом ракетного двигателя в процессе производства.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Они добавляются к топливу для изменения скорости горения и чтобы позволить проектировщикам отладить тягу для соответствия требованиям.

- **Для катоцина**
  - Соединенные Штаты
- **Для производных ферроцена**
  - Для производных ферроцена
  - Китай
  - Франция
  - Германия
  - Япония
  - Российская Федерация
  - Швейцария
  - Соединенное Королевство
  - Соединенные Штаты
- **Для производных борана**
  - Франция
  - Российская Федерация
  - Соединенное Королевство
  - Соединенные Штаты
- **Для бутацина**
  - Франция

Глобальное производство



Другие области применения. Некоторые производные борана имеют коммерческое применение в качестве катализаторов при полимеризации олефина, при очистке воды, используемой в фармацевтической промышленности для обработки данных о диагнозе, и как агенты вулканизации резины.

Внешний вид (заводской). Катоцин – это немного вязкое жидкое вещество, темно-красного цвета, которое становится желтым, когда принимает форму тонкой пленки или при нанесении на белую ткань или бумагу. Оно представляет из себя смесь из шести изомеров с высокими температурами кипения. Оно нерастворимо в воде, но растворяется в большинстве органических растворителей. Его плотность составляет 1,145 г/мл, несколько больше, чем у воды. Химическая формула Катоцин – $C_{27}H_{32}Fe_2$. Катоцин - это коммерческое название вещества 2,2’-бис(диэтилферроцен)пропан, которое является пожалуй самым широко используемым ферроценом в ракетно-топливной промышленности. Все производные ферроцена содержат железо и добавляются к топливу, содержащему ПХА.

Ферроцен и его производные – это порошкообразные кристаллы от оранжевого до желтого оттенка. Это металлоорганический состав трехслойной структуры. Он является топливной добавкой, разработанной для предотвращения детонации ракетных двигателей. Точка плавления - 173°C.

Ферроцен N-бутила и другие производные ферроцена внешне подобны Катоцину. В ракетах Категории I ферроцены применяются реже, чем в меньших тактических ракетах. Они увеличивают топливную чувствительность к случайному воспламенению от трения или электростатического разряда.

Бутацин уникален, поскольку он одновременно является связующим веществом полибутадиена с гидроксильными концевыми группами и модификатором скорости горения. Это жидкость высокой вязкости, которая напоминает очень густой, темный кукурузный сироп или патоку.

Карборунд, декарбоксилирование, пентахлориды и их производные – это прозрачные, бесцветные жидкости без особого запаха. Самые общие производные карборана, используемые в твердом топливе, – это н-гексил карборан и карборанил метилпропионат. Согласно нескольким исследованиям, карбораны могут вызывать повреждения нервной системы. Щелочные соли металлов декарборана и пентаборана представляют собой белые порошки. Большинство производных борана обладают ядовитыми свойствами и меньшей плотностью, чем вода. Производные борана используются в производстве твердого топлива чрезвычайно высокой скорости горения. Производные борана чрезвычайно дороги в производстве. Они редко используются в топливе баллистических ракет.

Внешний вид (комплектный). Все эти материалы транспортируются в стальных цилиндрических контейнерах емкостью от 1 до 55 галл.

4.C.6 .d. Сложные эфиры и пластификаторы:

1. Триэтиленгликольдинитрат (номер по КАС 111-22-8);
2. Триметилолэтантринитрат (номер по КАС 3032-55-1);
3. 1, 2, 4-бутантриолтринитрат (номер по КАС 6659-60-5);
4. Диэтиленгликольдинитрат (номер по КАС 693-21-0);
5. 4,5-диазидометил-2-метил-1,2,3-триазол (изо-ДАМТР);
6. Пластификаторы на основе нитратоэтилнитрамина (НЭНА):
   a. Метил-НЭНА (номер по КАС 17096-47-8);
   b. Этил-НЭНА (номер по КАС 85068-73-1);
   c. Бутил-НЭНА (номер по КАС 82486-82-6);
7. Пластификаторы на основе динитропропила:
   a. Бис (2,2-динитропропил) ацеталь (номер по КАС 5108-69-0);
   b. Бис (2,2-динитропропил) формаль (номер по КАС 5917-61-3);

Характер и назначение. Эти эфиры нитрата, также известны как нитрованные пластификаторы и являются добавками к твердому ракетному топливу, которые используются для увеличения скорости горения.

Метод эксплуатации. Сложные эфиры нитрата и нитрованные пластификаторы – это жидкие взрывчатые вещества, которые содержат достаточно кислорода для поддержания собственного горения. Они обычно добавляются к высокоэффективному топливу, содержащему циклотетраметилентетранитрамин для достижения высокой эффективности.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Сложные эфиры нитрата и нитрованные пластификаторы добавляются к двухосновному топливу для увеличения силы тяги. Поскольку пластификаторы не реагируют с агентами отверждения и остаются жидкими при низких температурах, они уменьшают вероятность раскалывания или сжатия твердого топлива при низких температурах.

Другие области применения. Сложные эфиры нитрата используются как компоненты военных и коммерческих взрывчатых веществ.

Внешний вид (заводской). Сложные эфиры нитрата – это плотные, маслянистые жидкости, по цвету от прозрачного до немного желтого.

Внешний вид (комплектный). Сложные эфиры нитрата транспортируются в 5–55-галлонных стальных барабанах, отмеченных этикетками, указывающими на наличие взрывчатых веществ. За исключением 1,2,4-бутантриолтринитрата, эти сложные эфиры нитрата транспортируются в чистом виде, кроме случаев, когда конечный пользователь запрашивает их отправку в виде раствора. Из-за его чувствительности к ударам 1,2,4-бутантриолтринитрат транспортируется в растворе хлористого метана или ацетона. При растворении 1,2,4-бутантриолтринитрата в хлористом метане возникает сладковатый запах, как у хлороформа. При растворении в ацетоне возникает запах, подобный лаку для ногтей. При добавлении стабилизаторов (обычно на уровне на 1,0%) сложный эфир нитрата приобретает ярко-красный цвет.

- Любая страна может приобрести возможность производства этих продуктов. Любая страна, построившая нитровальный завод, например, для производства взрывчатых веществ, может производить различные виды этих нитроэфиров.

Глобальное производство



4.C.6 .e. Стабилизаторы:

1. 2-нитродифениламин (номер по КАС 119-75-5);
2. N-метил-р-нитроанилин (номер по КАС 100-15-2).

Характер и назначение. Добавки 2 нитридофиниламина и N-метил-р-нитроанилина ингибируют или уменьшают разложение ракетного топлива, содержащего сложные эфиры нитрата или нитроцеллюлозу. Эти типы топлива упоминаются как двухосновные, двухосновные композитные или двухосновные топлива с мостиковой связью.

Метод эксплуатации. Эти стабилизаторы изменяют химическую среду внутри топлива, чтобы уменьшить разложение его элементов.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Эти стабилизаторы делают композиционное топливо более устойчивым к эффектам старения. В результате они увеличивают эффективный срок годности твердотопливных ракет.

Другие области применения. 2 нитридофиниламин используется во взрывчатых веществах как стабилизатор нитроглицерина. Он широко используется в производстве боеприпасов. Насколько нам известно, N-метил-р-нитроанилин не имеет коммерческого применения.

- **2-нитродифениламин (NDPA)**
  - Франция
  - Япония
  - Швейцария
  - Соединенное Королевство
  - Соединенные Штаты
- **MNA**
  - Швейцария
  - Соединенное Королевство
  - Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (заводской). В чистом состоянии 2 нитридофиниламин – это ярко-желтое, прозрачное твердое вещество с плотностью 1,15 г/мл и с точкой плавления 74–76°C. Химическая формула 2 нитрилофиниламина – $C_{12}H_{10}N_2O_2$. При попадании на свет, цвет 2 нитридофиниламина меняется на темно-оранжевый.

В чистом состоянии N-метил-р-нитроанилин – это ярко-желтое, кристаллическое твердое вещество с плотностью 1,20 г/мл и точкой плавления 152–154°C. Химическая формула N-метил-р-нитроанилина – $C_7H_8N_2O_2$.

Внешний вид (комплектный). При транспортировке в малых количествах, 2 нитридофиниламин и N-метил-р-нитроанилин упаковываются в коричневые стеклянные контейнеры, ввиду их светочувствительности. При отправке в больших количествах, они упаковываются в полиэтиленовые пакеты и размещаются внутри контейнеров из картона или искуственного волокна.

4.D. Программное обеспечение

4.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в разделе 4.B и применяемого для «производства» и обслуживания материалов, указанных в разделе 4.C.

Характер и назначение. Программное обеспечение управления процессом получения химикатов может использоваться на производстве жидкого топлива, с целью автоматизации производства. Обычно жидкое топливо ядовито, опасно в обращении и крайне огнеопасно или легко способствует горению. Автоматизированные методы производства такого топлива уменьшают риск и приводят к производству однородной продукции.

Аналитическое оборудование, используемое в лабораториях приемочного испытания жидкого топлива, в значительной степени автоматизировано. Обычно это стандартное испытательное оборудование производит надежные и точные исследования без необходимости модификаций операционного программного обеспечения.

Твердотопливное производственное оборудование полагается на дистанционное управление и робототехнику при перемещении сложных топливных материалов из пункта хранения на смешивающее оборудование. Эта процедура чрезвычайно опасна, поскольку ошибки обычно приводят к взрывам, которые могут разрушить смесительное оборудование. Автоматизированные смесительные системы используются для точного разлива надлежащего количества топливных компонентов в моторизованные контейнеры, которые перемещаются с предприятия хранения на смесительное оборудование, обычно расположенное в отдаленных районах, чтобы свести к минимуму последствия случайного взрыва. Груз сваливается из контейнера в смесительную камеру, затем контейнер возвращается за следующей порцией того же самого компонента, либо возвращается на склад. Второй компонент и любые добавки добавляются в смесительную камеру таким же образом. После того, как топливо залито в корпус двигателя, автоматизированное оборудование производит механическую обработку (гладкой) зернистой структуры в центре двигателя.

- Аргентина
- Австрия
- Бразилия
- Канада
- Чехия
- Финляндия
- Германия
- Индия
- Израиль
- Япония
- Нидерланды
- Северная Корея
- Польша
- Словацкая республика
- Южная Корея
- Швеция
- Сирия
- Соединенное Королевство
- Австралия
- Бельгия
- Болгария
- Китай
- Египет
- Франция
- Греция
- Иран
- Италия
- Люксембург
- Новая Зеландия
- Пакистан
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Испания
- Швейцария
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Аналитическое оборудование для оценки твердого топлива также полагается на автоматизированное оборудование при определении химического состава топлива. Образцы топлива воспламеняются, затем их свойства анализируются в калориметрических бомбах и инфракрасных спектрометрах. Образцы твердого топлива также оцениваются на механическое воздействие и стойкость к сотрясениям и натяжениям при помощи измерительного оборудования и автоматизированной установки испытания на сотрясение/напряжение.

Метод эксплуатации. Программное обеспечение для управления указанным процессом загружается на компьютеры, подобные бытовым ПК. Программное обеспечение используется для управления электромеханическими клапанами и другим оборудованием, находящимся на химическом заводе, может использоваться для управления передачей жидкости, управления нагревом и другими процессами, используемыми при производстве жидкого топлива. Машины с числовым управлением используются для перемалывания и механической обработки поверхностей сердцевин твердотопливных ракетных двигателей, чтобы удалить отходы, оставшиеся после извлечения из двигателя оправки. Роботизированное оборудование и автоматизированные производственные процедуры используются для отмера твердотопливных компонентов в точных количествах и перемещения этих компонентов из отдельных камер хранения в смесительную камеру. Операция смешивания полностью управляется дистанционно, обычно с применением видеокамер, выполняющих запись операции. Видеозапись может быть использована для анализа несчастного случая, разрушившего установку.

4.E. Технология

4.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или материалов, указанных в позициях 4.B и 4.C.

Другие области применения. Большая часть программного обеспечения, используемого в производстве жидкого и твердого топлива, используется либо в исходном варианте, либо в модифицированном виде, после использования в других процессах производства топлива.

Внешний вид (заводской). Данное программное обеспечение обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Эти программное обеспечение и данные могут содержаться на любых обычных носителях информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документацию.

Внешний вид (комплектный). Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие это программное обеспечение, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на их использование. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети

Характер и назначение. К ракетной технологии относится накопленный опыт по оборудованию производства топлива, требуемый для понимания процессов, используемых в производстве жидкого или твердого топлива, проверки результатов процесса производства, и использования оборудования и предприятий для производства этого материала. Оборудование и предприятия, необходимые для производства надежного и высококачественного топлива в подходящих количествах, требуют знаний, часто получаемых экспериментальным путем.

Метод эксплуатации. Технология, используемая в проектировании предприятий производства жидкого топлива, может быть извлечена из учебников по химической инженерии. Строительство и управление этими предприятиями более сложны и требуют дополнительных навыков, часто оттачиваемых на практике. Необходимые особые знания могут быть приобретены у государств,

обладающих такими сведениями. Страна может получить техническую помощь в виде одной или более услуг консультанта, который специализируется на конкретном навыке производства топлива. Страна может запросить внешнюю помощь в планировании и управлении предприятием, на время, пока местная технология развивается и крепнет. Любые руководства и материалы, полученные в качестве этой помощи, могут характеризоваться как технические данные. Техническая помощь может также предоставляться при приобретении машин, оборудования или материалов, необходимых для производства топлива.

Типичные области применения, относящиеся к ракетным технологиям: Эта технология используется для производства ракетного топлива.

Другие области применения. Нет данных.

Внешний вид (заводской). Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных

Категория II — Раздел 5

Сохранено для будущего использования

Категория II – Раздел 6

Производство структурных компонентов, пиролитическое осаждение и уплотнение, и структурные материалы

Категория II – Раздел 6: Производство структурных компонентов, пиролитическое осаждение и уплотнение, и структурные материалы

6.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

6.A.1. Элементы конструкций из композиционных материалов, слоистые пластины (ламинаты) и изделия из них, специально разработанные для использования в системах, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, и подсистемах, указанных в позиции 2.A или 20.A.

Характер и назначение: Композиционные материалы и ламинаты используются для изготовления более легких, крепких и прочных компонентов ракет, чем компоненты, сделанные из металлов или других материалов.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Композиционные материалы и ламинаты обычно используются в критически важных элементах конструкции баллистических ракет или беспилотных летательных аппаратов (БЛА), включая крылатые ракеты. Области применения включают: корпуса ракетных двигателей, отсеки между ступенями, крылья, входные отверстия, сопла, теплозащитные экраны, носовые конуса, конструкционные элементы и рамы.

- Китай
- Франция
- Израиль
- Япония
- Южная Африка
- Соединенное Королевство
- Дания
- Германия
- Индия
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Другие области применения: Элементам конструкций из композиционных материалов можно придать практически любую форму в соответствии с необходимыми требованиями; они могут увеличить скорость производства продукта и предоставить большую гибкость в конфигурации конечного продукта. Их используют и в гражданской, и в военной авиации, в продукции для отдыха (лыжи, теннисные ракетки, лодки и клюшки для гольфа), в автомобильных запчастях и в инфраструктуре (при ремонте мостов и в маленьких мостах).

Внешний вид (заводской). Композиционные материалы принимают форму объекта, оправки или инструмента, в котором они формируются, но они намного легче металлических элементов. Усиление, используемое при изготовлении композиционных материалов, часто приводит к появлению похожего на ткань узора на поверхности объекта, особенно когда используется предварительно пропитанная ткань. Даже когда ткань не используется, линейчатый узор на ленте все равно может быть виден; однако покрытие поверхности, например, краской, поможет скрыть этот узор.

Внешний вид (комплектный): Конструкции из композиционных материалов упаковываются подобно другим конструкциям, с применением пены или других материалов, защищающих от поверхностного истирания или деформации от ударов.

6.A.2. Элементы конструкций из перенасыщенных пиролизованных (т.е. углерод-углеродных) материалов, имеющие все следующие характеристики:
a. разработаны для ракетных систем; и
b. используются в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

Характер и назначение: Углерод-углеродный композиционный материал является углеродистым волокном, обычно изготовляемым из смолы, вискозы или полиакрилонитрила (ПАН) в матрице с преобладанием углерода. Обычно он изготовляется из смолы с высоким содержанием углерода в качестве начальной матрицы, с последующим отделением неуглеродистых элементов посредством сильного нагрева. Он легкий, очень огнеупорный, стойкий к тепловым ударам и достаточно пластичный для придания нужной формы.



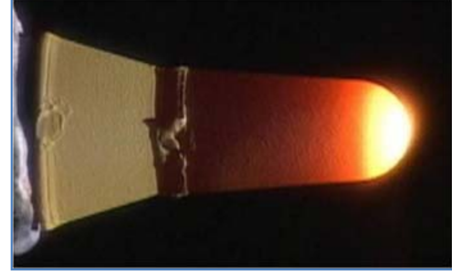
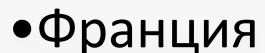


Рисунок 1: Эффекты воздействия высоких температур можно заметить на углерод-углеродном носовом обтекателе после 15 секунд (верхний рисунок) и 295 секунд. (Ultramet Advanced Materials Solutions)

Типичные области применения в ракетных технологиях: Углерод-углеродные материалы используются для таких частей, как выхлопные сопла ракетного двигателя, носовые конуса головных частей (ГЧ), теплозащитные экраны, передние края несущих поверхностей, которые должны сопротивляться эффектам воздействия высоких температур и абляции. На рисунке 1 показаны результаты 300-секундного испытания на дуговой плазменной установке углерод-углеродного носового обтекателя, покрытого слоистым карбидом кремния. После воздействия чрезвычайно высоких температур, не были замечены изменения в массе или пространственной структуре конструкции конуса.

Другие области применения: Углерод-углеродные материалы используются в военной и гражданской авиации, например, в высокотемпературных тормозных колодках, а также в материалах, требующих высокой прочности и легкости, как, например, в корневых частях крыла. Они также применяются в инструментах, от которых требуется продолжительный срок службы в жестких, обычно высокотемпературных, условиях производства, таких как сталелитейные ковши, нагреватели для высокотемпературных печей и горячие пресс-формы.



- Франция
- Индия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (заводской). Типичные углерод-углеродные материалы, разработанные для ракетных систем, имеют черный цвет и узорчатую поверхность, вследствие их укрепления текстильным материалом. Носовые конуса и сопла ракеты обычно проходят механическую обработку в блоках или брусьях или могут быть сплетены для придания формы.

Внешний вид (комплектный): До механической обработки куски углерод-углеродного материала достаточно грубы для упаковки в наполнитель и транспортировки в картонных коробках. Механически обработанные детали требуют тщательной упаковки, поскольку, несмотря на их устойчивость к ломке (ударопрочности), они легко могут потрескаться или

6.B. Испытательное и производственное оборудование

6.B.1. Оборудование для «производства» композиционных материалов, волокон, препрегов или преформ, используемых в системах, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, и специально разработанные для него элементы и вспомогательные приспособления:
а. машины для намотки нитей или волокна, у которых управление движением, скручиванием и намоткой волокон может программироваться и осуществляться по трем и более осям, разработанные для изготовления конструкций из композиционных материалов объемной или слоистой структуры на основе волокон или волокнистых материалов, а также управляющие ими системы;

поцарапаться.

•Франция	•Германия
•Италия	•Япония
•Нидерланды	•Российская Федерация
•Соединенное Королевство	•Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: При производстве деталей из композиционных материалов с высоким отношением прочности к весу на вращающиеся оправки специальными машинами и по установленной схеме наматываются прочные волокна, покрытые эпоксидной смолой или сложным полиэфиром. Намоточная машина схожа внешне и по принципу работы с токарным станком. После завершения операции намотки требуется отвердить деталь в автоклаве или гидроклаве.

Метод эксплуатации: Сначала создается оправка, задающая надлежащие внутренние размеры, требуемые для производства детали. Оправка устанавливается в машине филаментной намотки и начинает вращаться. Вращаясь, она тянет непрерывное волокно от подающих катушек в бак с эпоксидной или полиэфирной смолой, а затем - на внешнюю поверхность оправки. После намотки оправка и сформированная на ней деталь удаляются из машины, затем деталь отвердевает, прежде чем оправку извлекают одним из нескольких способов. К обыкновенным оправкам относятся растворимые в воде крестообразные/гипсовые оправки, а также сегментированные, разборные оправки. Большие корпуса твердотопливных ракетных двигателей обычно изготовляются в растворимых в воде песочных оправках. Иногда также используются несменные втулки. Например, выложенные металлом аппараты высокого давления изготовляются с использованием в качестве оправки металлической втулки, которая просто остается в корпусе обмотки.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Машины для намотки нитей или волокна используются при изготовлении корпусов ракетных двигателей, емкостей для топлива, аппаратов высокого давления и наружных ободов «полезной нагрузки». Высокая прочность и низкий вес получающихся конструкций позволяют увеличить «дальность» и «полезную нагрузку» ракет.

Другие области применения: Машины для намотки нитей или волокна используются в производстве таких частей летательных аппаратов, как хвостовые стабилизаторы, части крыльев, а также фюзеляжа. Они могут использоваться для изготовления емкостей для сжиженного природного газа, горячей воды и сжатого природного газа, а также рукояток клюшек для гольфа, теннисных ракеток и удочек.

Внешний вид (заводской). Размеры машин филаментной намотки и раскладки волокна зависят от

размеров изготовляемой запчасти. Намоточные машины, используемые в производстве запчастей диаметром 10 см, по размеру составляют 1 м x 2 м x 7 м и помещаются на поверхности стола. Диаметр намоточных машин для больших компонентов, таких, как большие части ракетного двигателя, составляет приблизительно 3 м, длина – 8 м, а вес – несколько тонн (см. рисунок 2); новейшие намоточные машины с числовым программным управлением способны наматывать сложные структуры, отвечающие особым требованиям.

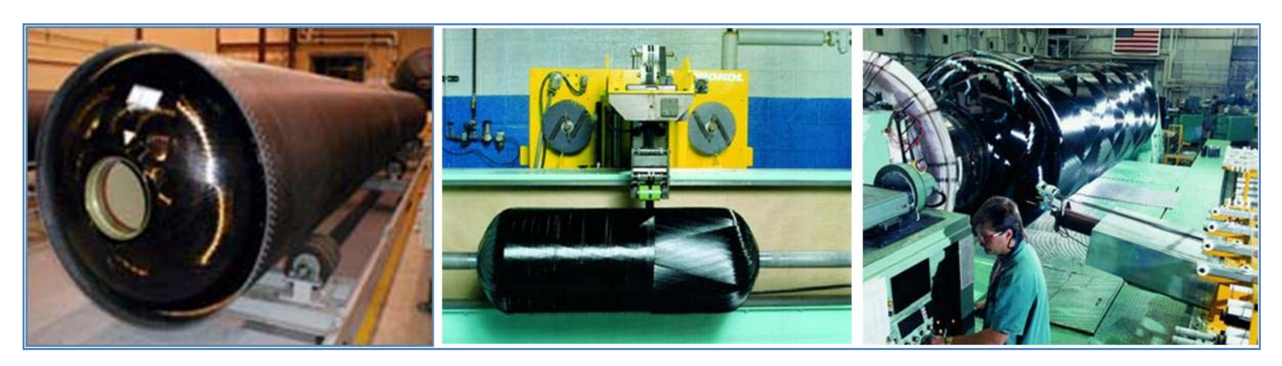


Рисунок 2: ***Слева:*** **корпус из углепластика, изготовленный с использованием новейшей машины филаментной намотки. (ATK)** ***Центр:*** **настольная машина филаментной намотки. (Thiokol Corp.)** ***Справа:*** **многокатушечная машина филаментной намотки волокон. (Ibid)**

Внешний вид (комплектный): Упаковка машин филаментной намотки зависит от их размера. Машины меньшего размера упаковываются в амортизационные контейнеры или прикрепляются к амортизированным поддонам, отдельно от других грузовых мест. Большие машины для отправки разбираются и повторно собираются на месте, а их компоненты упаковываются отдельно в ящики или устанавливаются на поддоны.

6.B.1.b. лентонамоточные машины, у которых управление движением, намоткой ленты и слоев может программироваться и осуществляться по двум и более осям, предназначенные для изготовления элементов авиационных конструкций и конструкций ракет из композиционных материалов;

- Франция
- Италия
- Нидерланды
- Соединенное Королевство
- Германия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Лентонамоточные машины напоминают машины филаментной намотки нитей, но применяются там, где имеются достаточно гладкие контуры или углы, позволяющие использование толстых или широких лент. Лентонамоточные машины используются вместо машин филаментной намотки с целью сокращения количества оборотов оправки, требуемых для производства запчасти. Это ускоряет производство и снижает стоимость.

Метод эксплуатации: Лентонамоточные машины работают по принципу, схожему с машинами филаментной намотки. Головка лентонамоточных машин подходит для лент различной ширины. Для конструкций с

небольшой кривизной используются более широкие ленты (приблизительно до 30 см). Для конструкций с умеренной или большой кривизной используются более узкие ленты или же ленты располагаются со смещением относительно главного направления кривизны.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Лентонамоточные машины используются при изготовлении теплозащитных экранов ГЧ, выхлопных сопел, воспламенителей и других частей, подверженных воздействию высоких температур.

Другие области применения: Лентонамоточные машины могут использоваться для изготовления многих запчастей, изготовляемых машинами филаментной намотки, но они предпочтительны в производстве запчастей, по форме близких к цилиндру. Например, к таким запчастям относятся некоторые детали летательных аппаратов, трубки велосипедных рам и водонагреватели. Они также используются в производстве опорных колонн мостов, контейнеров, и труб. Они широко используются для покрытия высокотемпературных скважинных труб, применяемых в операциях бурения нефтяных скважин.

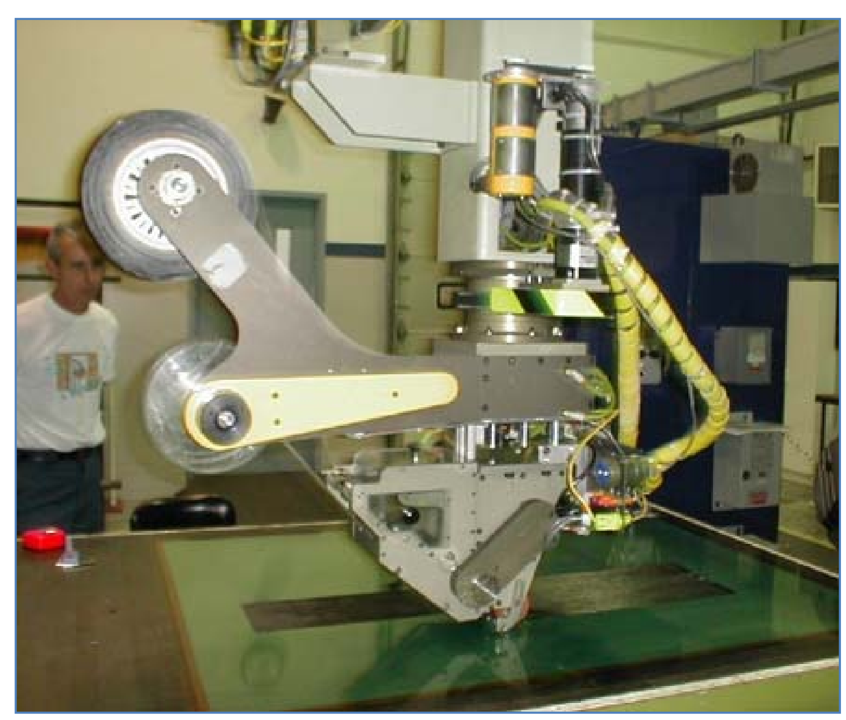


Рисунок 3: Головка автоматизированной лентонамоточной машины. (Automated Dynamics)

Внешний вид (заводской). Размеры лентонамоточных машин зависят от размеров изготовляемых запчастей. Машины управляются либо оператором, либо при помощи числового программного управления (ЧПУ). Машины с ЧПУ оборудованы клавиатурой для ввода данных по требуемым наслаиваниям композиционных материалов. Размеры планшета, который является основным элементом машины, составляют 1–2 м в длину при изготовлении маленьких запчастей и 10 м для очень больших запчастей. Вес больших машин со стальным столом и опорной рамой может составлять 1000–2000 метрических тонн. Пример лентонамоточной машины показан на рисунке 3.

Внешний вид (комплектный): Упаковка лентонамоточных машин зависит от их размера. Машины меньшего размера упаковываются в амортизационные контейнеры или прикрепляются к амортизированным поддонам, отдельно от других грузовых мест. Большие машины для отправки разбираются и повторно собираются на месте, а их компоненты упаковываются отдельно в ящики или устанавливаются на поддоны.

6.B.1.c. Ткацкие станки или станки для плетения, позволяющие получать объемную, многомерную ткань, включая специальные приставки и комплекты приспособлений для ткачества, плетения или перемежевания волокон с целью изготовления композиционных структур;

Примечание:
По позиции 6.B.1.c не контролируется текстильное оборудование, не модифицированное для указанного конечного использования.

Характер и назначение: Ткацкие станки, позволяющие получать объемную, многомерную ткань, используются для сплетения волокон и изготовления сложных композиционных материалов. Производство преформ объемных материалов общим методом выполняется на оплеточных станках. Цель состоит в систематической укладке волокон вдоль ожидаемых линий напряжения в преформе сложной конфигурации и, таким образом, изготовления более прочной и легкой запчасти, чем возможно с применением иных методов.

Для ткацких станков требуются сложные механизмы плетения волокон, со встроенными в каждую машину катушками и механизмами вращения/движения. Некоторые станки, особенно используемые для теплозащитных экранов ГЧ, устанавливаются на платформе и по крайней мере в одном направлении опираются на жесткие пруты для стабилизации геометрии плетения. У ткацких станков, использующихся при изготовлении трехмерных (объемных) полярных преформ, конструкция основной ткацкой рамки включает перфорированные пластины с особо разработанной структурой отверстий, плоские пластины, металлические пруты, вязальные иглы, лезвия отведения назад и, если процесс полностью автоматизирован, машину, которая управляет лезвиями обратного хода и вязальными иглами. Под элементы для других типов плетения зависят от определенной конструкции машины.

- Франция
- Германия
- Япония
- Нидерланды
- Соединенные Штаты

- Текстильное оборудование с ограниченными возможностями можно приобрести во многих странах.

Глобальное производство



Метод эксплуатации: В одной из систем, сначала в машину устанавливается ткацкая оправка. По мере вращения оправки в сборе, периферические волокна непрерывно укладываются на место плетения трубчатой системой подачи волокна, которая включает устройства натяжения волокон и датчики обнаружения отсутствия волокна. В каждом проходе в форме куска пирога, создаваемом ткацкой рамкой, радиальная вязальная игла пересекает проход, захватывает радиальное волокно с внутренней стороны отверстия и возвращается к наружной его стороне, где делает цепной стежок, который предотвращает движение радиального волокна во время последующих операций. Этот процесс продолжается и заканчивается заключительным сшиванием.

Оплеточные станки переплетают две или более систем волокон в направлении смещения, формируя цельную структуру, а не сшивая их только в продольном направлении, как при плетении. Таким образом, различие между плетеным и тканым материалами заключается в методике, по которой волокно вводится в ткань, и в способе, которым переплетаются волокна.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Разнонаправленные ткацкие станки используются в изготовлении критически важных частей ракет, таких как наконечники ГЧ, корпуса ракетных двигателей и сопла ракет, которые подвергаются воздействию высоких температур и давления.

Другие области применения: Ткацкие станки используются при изготовлении широкого спектра сложных компонентов из композиционных материалов, таких как пропеллеры летательных аппаратов, перекладины ветряных мельниц, лыжи, электростолбы и спортивные товары.

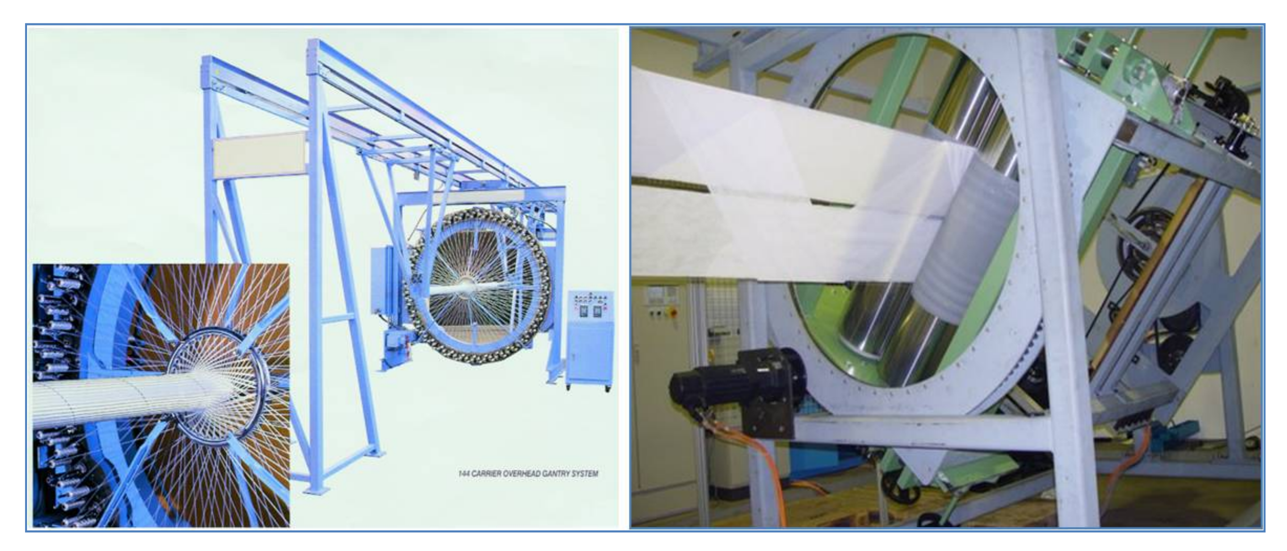


Рисунок 4: ***Слева:*** **Оплеточный станок с верхней балкой, 144 инструментальные оправки. (Wardwell Braiding Machine Co.)** ***Справа:*** **Опытный образец разнонаправленного ткацкого станка в разработке. (MD Fibertech Corp)**

Внешний вид (заводской): Рабочей областью ткацкого станка является вращающийся стол с набором прутьев, проникающих в перфорированные пластины, вокруг которых плетется волокно. Рабочая область окружена распределителями намотанных волокон, а также ткацкими и прошнуровывающими иглами. Приводные двигатели, кулаки и толкающие стержни, выполняющие плетение, также устанавливаются на главной раме станка.

Размеры ткацких станков, используемых при изготовлении небольших частей, могут составлять 2 м в длину и 1 м в ширину. Станки, на которых изготовляются большие части, могут быть 10 м в длину при горизонтальном размещении или 10 м в высоту при вертикальном размещении. Оплеточные станки могут быть установлены на полу или оборудованы верхней балкой, поддерживающей шпиндель на котором создается предварительно отформованная заготовка. В любой из конфигураций волокно подается на шпиндель радиально через большое колесо, соосное со шпинделем. Пульт управления располагается в центре балки для контроля создания преформы.

Внешний вид (комплектный): Упаковка ткацких станков зависит от их размера. Небольшие машины упаковываются в ящики целиком. Компоненты больших машин разбираются для отправки и повторно собираются на месте; они упаковываются отдельно в ящики или устанавливаются на поддоны. Вероятно, что в одном большом ящике содержится рама машины. Все компоненты надлежащим образом защищаются от сотрясений и вибрации во время транспортировки и переноса.

6.B.1.d. Оборудование, разработанное или модифицированное для изготовления волокнистых или тканых материалов:

1. Оборудование для обработки полимерных волокон (например полиакрилонитрильных, вискозных или поликарбоксилановых), включая специальные устройства, предназначенные для вытяжки волокон при нагреве;

Характер и назначение: Полимерные волокна – предшественники высокотемпературных углеродных и керамических волокон, обладающие высокой прочностью и жесткостью при высоких температурах. Преобразование полимера в высокотемпературное волокно происходит, когда полимерное волокно растягивается, нагревается и одновременно с этим подвергается воздействию особой реактивной среды. Оборудование, описанное в этом подразделе, нагревает, растягивает волокно и подвергает его воздействию необходимой реактивной среды.

Метод эксплуатации: При подаче полимерных волокон в машину контролируются натяжение, скорость, температура, и среда. Путь волокна обычно длинный и сложный, поскольку процесс полного преобразования занимает много времени, поэтому большие темпы производства требуют большей длины пути обработки волокна. Волокно проходит ряд печей с управляемыми температурой и средой; оно протягивается с возрастающей скоростью для преобразования в тонкое высокотемпературное волокно с высокой степенью кристаллографической упорядоченности. К критически важному оборудованию относятся технологические контроллеры, которые поддерживают требуемые температуры на каждом шаге, и текстильные ролики и приводные двигатели, которые продвигают волокно через различные стадии термообработки.

- Германия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Это оборудование используется для преобразования или натяжения синтетических волокон с целью производства волокон для ракетных конструкций, где основными требованиями являются высокая прочность и низкий вес. Эти волокна используются в ракетах для улучшения прочности корпуса ракетного двигателя, обтекателя и топливного бака, при этом снижая вес ракеты, что приводит к увеличению «дальности» и «полезной нагрузки».

Другие области применения: Это оборудование используется для преобразования полимерных волокон для применения в различной продукции, включая конструкции летательных аппаратов, шины, клюшки для гольфа и корабельные корпуса.

Внешний вид (заводской): Описать внешний вид оборудования, используемого для преобразования полимерных волокон, сложно, в связи с разнообразием способов расположения оборудования. Обычно оборудование располагается с учетом производственного помещения и занимает значительную площадь. Наиболее заметны многочисленные прецизионные ролики и их механизмы управления. Обычно ролики составляют 8–20 см в диаметре и 30–120 см в длину; их размер зависит от размера духовок, в которых они будут использоваться. При помощи приводных роликов, исходное органическое волокно медленно протягивается через духовку с управляемым натяжением. Приводные ролики обычно изготовляются из полированной нержавеющей или хромированной стали и либо удерживают нить в постоянном натяжении, либо удлиняют нить соответственно введенной программе. Таким образом, ролики могут приводиться в движение собственными соосными двигателями или посредством системы передач от одного вала с приводным двигателем.

Оборудование спроектировано так, чтобы протянуть волокно несколько раз через горячие участки при точном контроле скорости волокна, температуры в каждой области печи, и натяжения волокна. Волокно должно пройти через несколько таких печей, поскольку процедура требует широкого разнообразия различных реакций. Типичный нагревательный аппарат для протягивания волокна оборудован множеством роликов и изолированных нагревательных камер в печи. Оборудование может отличаться по размерам.

Как правило, для обработки при более высоких температурах используются вертикальные нагревательные аппараты. Однако ввиду разнообразия способов обработки, требуемых в производстве углеродного или другого огнеупорного волокна из полимерного волокна, необходимо использование нескольких единиц оборудования. Требуемое оборудование как правило включает низкотемпературные печи с критически важными системами тканевой обработки и высокотемпературные духовки с возможностью преобразования волокна в конечное состояние.

Внешний вид (комплектный): Упаковка духовок, печей и химического оборудования, необходимого для производства углеродистых волокон, зависит от их размера, веса и чувствительности к факторам окружающей среды. Обычно лабораторные версии оборудования можно полностью упаковать в ящики и отправить по железной дороге или грузовым транспортом. Большие печи, разработанные для промышленного применения, обычно отправляются в разобранном виде и собираются на месте. Однако, некоторые печи очень велики в диаметре и требуют специального обращения как негабаритный груз. Вес таких печей близок к или превышает 1000 метрических тонн.

6.B.1.d.
2. оборудование для осаждения паров химических элементов или их соединений на нагретые волокнистые подложки;

Характер и назначение: Оборудование для парофазного осаждения наносит очень тонкое покрытие на филаментные нити, таким образом изменяя свойства нитей несколькими различными способами. Металлические покрытия проводят ток и добавляют сопротивление трению; некоторые керамические покрытия защищают волокна от возникновения реакций с атмосферой или смежными материалами. Покрытия могут также улучшить возможную совместимость волокон с матричным материалом, как в случае некоторых металлических матричных композиционных материалов.

- Германия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Это оборудование создает частичный вакуум, подходящий для конденсации или нанесения покрытия на нити. Существует несколько вариантов процесса парофазного осаждения; два наиболее важных варианта включают – химическое парофазное осаждение (CVD) и физическое парофазное осаждение (PVD).

При процессе CVD твердые неорганические покрытия наносятся в результате реакции или разложения газа при повышенной температуре. Иногда этот процесс происходит в плазме, вырабатываемой радиочастотами для обеспечения тепловой однородности и улучшения качества покрытий CVD, что именуется химическим

парофазным осаждением в плазме (PACVD). В процессе PVD для нанесения покрытия на нити используются распыление, испарение, и ионное осаждение. Оборудование для PVD подобно оборудованию для CVD, за исключением того, что в этом процессе не требуется работа камеры при высоких температурах и подача газа-реагента.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Оборудование для осаждения элементов на горячих нитях производит волокна, используемые в соплах ракетных двигателей и наконечниках ГЧ.

Другие области применения: Это оборудование покрывает волокна, используемые в реактивных летательных аппаратах. PACVD – это важная в настоящее время методика изготовления тонких пленок в микроэлектронной промышленности, которая также применяется при непрерывном покрытии углеродистых волокон.

Внешний вид (заводской): Конфигурации камер для CVD и PVD очень разнообразны. Некоторые представляют из себя длинные трубы, герметизированные с обоих концов, чтобы пропускать нити, но не газы. Другие конфигурации представляют собой большие камеры, от 2 м до 3 м в ширину, вмещающие катушки с нитями, направляющее оборудование, включая раскатные и натяжные ролики, при необходимости – область горячей обработки, а также реагирующие газы. В связи с таким разнообразием, единственными стандартизированными и легко распознаваемыми элементами оборудования являются система поставки газа, большой источник электропитания, вакуумные насосы и, возможно, инструменты управления температурой. Во всех случаях, источники электропитания обладают существенными весом и размером, обычно превышающим 0,6 м x 0,9 м x 1,5 м, с входными отверстиями для охлаждающей воды, системами насосов и предохранительными выключателями. Оборудование PACVD похоже на обычную систему CVD или PVD, за исключением того, что оно имеет источник электропитания для радиочастотного (РЧ) генератора плазмы.

Внешний вид (комплектный): Размер, вес, и чувствительность к факторам окружающей среды влияют на тип упаковки. Обычно лабораторные версии оборудования можно полностью упаковать в ящики и отправить по железной дороге или грузовым транспортом. Однако, даже лабораторное оборудование имеет отдельно упакованные компоненты для обеспечения соответствующей защиты текстильных катушек, двигателей и специальных изделий из стекла. Крупномасштабные системы, разработанные для промышленного применения, как правило, отправляются в виде отдельных узлов или компонентов и собираются на месте.

6.B.1.d.
3. оборудование для прядения влажных волокон из тугоплавкой керамики (например из окиси алюминия);

- Германия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Оборудование прядения влажных волокон используется для производства длинных нитей из смеси жидкостей и твердых частиц. Эти нити далее обрабатываются для получения высокопрочных, высокотемпературных керамических нитей для керамических или металлических матриц из композитных материалов.

Метод эксплуатации: В прядении влажных волокон огнеупорной керамики взвешенный раствор волокнистых частиц физически и химически обрабатывается и втягивается в нить через отверстие, называемое фильерой. Камера, в которой создаются нити, вращается или содержит внутреннее смесительное устройство, создающее вихревое движение, при котором происходит переплетение нитей. Материал выходит из фильеры и отверждается посредством температурного или химического изменения, в зависимости от системы

связки, используемой в окружающем фильеру влажном баке. Обработка влагой поддерживает и стабилизирует произведенные нити по мере их охлаждения.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Оборудование прядения влажных волокон используется для изготовления высококачественных керамических волокон, применяемых в наконечниках ракет и соплах ракетных двигателей. Такие волокна также используются в производстве некоторых деталей прямоточных воздушно-реактивных и турбореактивных двигателей, устанавливаемых на крылатых ракетах.

Другие области применения: Оборудование прядения влажных волокон используется для изготовления керамических волокон, применяемых в производстве запчастей для небольших газотурбинных двигателей, контейнеров химической обработки и жаростойких конструкций. Керамические волокна или нитевидные кристаллы могут соединяться с другими сложными материалами с целью увеличения прочности и огнеупорности многих промышленных изделий.

Внешний вид (заводской): Главный компонент оборудования прядения влажных волокон – это цилиндрическая камера для проведения химической реакции. Хотя стеклянная посуда приемлема для лабораторного и опытного оборудования прядения влажных волокон, в промышленном оборудовании прядения влажных волокон используются реакционные камеры из нержавеющей стали или со стеклянным внутренним покрытием. Как правило, камера расположена вертикально и сужена у основания, где располагаются вытесняющие нити штанцы.

Остальное оборудование для проведения химической реакции в камере включает цилиндрическую емкость (длина намного превосходит диаметр), содержащую химический взвешенный раствор, из которого производится филаментные нити; манометр и линию выхлопных газов, присоединенную к емкости; узел для формования волокон, содержащий секции закрепленных и вращающихся стеклянных трубок; шаровой клапан, присоединенный к неподвижной стеклянной трубке; двигатель и контроллер привода вращающейся трубки; ролик демпфера; и приемную катушку для готовых нитей.

Внешний вид (комплектный): Упаковка типична для любого промышленного оборудования подобного размера. Полностью собранные лабораторные версии оборудования обычно можно упаковать в ящики и отправить по железной дороге или автотранспортом. Компоненты крупного оборудования, разработанного для промышленного применения, отправляются в отдельных коробках или ящиках и собираются на месте.

6.B.1.e. оборудование, разработанное или модифицированное для специальной обработки поверхности волокон или изготовления препрегов и преформ, включающее валки, натяжные устройства, оборудование для нанесения покрытий, резки и вырубки заготовок.

Характер и назначение: Оборудование поверхностной обработки волокон и создания препрегов используется для покрытия волокна при подготовке его к созданию высококачественных композиционных материалов. Поверхностная обработка улучшает приклеивание или изменяет электрические свойства волокон; препреги добавляют достаточное количество смолы в волокно (нить, пучок или ленту) для его отверждения в виде композитного материала.

Метод эксплуатации: Филаментные нити, пучки или лента, предназначенные для обработки на этом оборудовании, проходят через ряд травильных ванн с жидкими реагентами для вытравливания или смолами (грунтовками). Реагент вытравливает или активирует поверхность волокна для дополнительных операций. При простой операции травления, материалы двигаются на роликах через ванну с реагентами. Количество и скорость роликов в ванне определяют длительность вытравливания детали или объем сохраняемой грунтовки. Нагреватели применяются для изменения реакционности системы травления, управления вязкостью грунтовочной ванны, проведения химических реакций, закрепляющих грунтовку, и для сушки продукции.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Это оборудование используется для

поверхностной обработки различных волокон, используемых в запчастях ракет, в целях улучшения склеивания и придачи дополнительной прочности компонентам ракеты, таким как наконечники, корпуса двигателей и выхлопные сопла.

Другие области применения: Это оборудование идентично применяемому в промышленном изготовлении композитных волокон для производства таких изделий, как корабельные корпуса или клюшки для гольфа.





Рисунок 5: ***Слева:*** **установка для пропитки, производства Composite Materials Group, для изготовления пропитанных материалов с использованием волокон и смол. (Katholieke Universiteit Leuven)** ***Справа:*** **установка добавления смолы к семи линиям пучков. (Hunting Engineering, Ltd.)**

Внешний вид (заводской): Для обработки или пропитки опытного образца волокна требуется только лабораторный стенд с маленькими роликами и нагревательными пушками. При промышленном производстве размеры ткацкого оборудования намного больше, чтобы обеспечить одновременную обработку нескольких линий. В процессе могут также участвовать многоэтажные нагревательные стойки. Все системы имеют ролики для перемещения тканевого материала с поддержанием натяжения волокон и отжима избыточной жидкости, а также нагревательный аппарат со сложным каналом поверх роликов, чтобы нити пересекали разогретую область несколько раз.

- Франция
- Германия
- Швеция
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (комплектный): Упаковка оборудования, за исключением небольших лабораторных аппаратов, обычно требует отправки отдельных компонентов и их сборки на месте. Причина этого в том, что основа, чаны с химикатами и аппаратура для обработки ткани требуют различных типов защиты при транспортировке. Чаны для химикатов могут быть упакованы в простые картонные коробки, но для роликов, которые имеют определенную отладку или специально обработанную поверхность для предотвращения повреждений нити, требуется амортизация, крепкий монтаж и прочные ящики. Если в комплект включены электрические контрольно-измерительных приборы, они упаковываются, как любая другая хрупкая электроника.

Примечание:
Элементы и приспособления для оборудования, указанного в позиции 6.B.1, включают шаблоны, оправки, матрицы, зажимные приспособления и оснастку, предназначенные для прессования, отверждения предварительно отформованных заготовок, отливки, спекания или соединения композиционных материалов, слоистых пластиков и изделий из них.

6.B.2. Форсунки, специально разработанные для процессов, указанных в позиции 6.E.3.

Характер и назначение: Сопла для пиролитического осаждения направляют не прореагировавший газ на поверхность, на которую необходимо провести осаждение. Сопла должны быть подвижными или расположены таким образом, чтобы покрыть всю поверхность в пределах печи CVD при высоких температуре и давлении.

Метод эксплуатации: Сопла, используемые в печах CVD, подают холодный, не прореагировавший газ на обрабатываемую поверхность. Газ должен быть одновременно не прореагировавшим, чтобы покрыть намеченную поверхность, а не внутренние части сопла, и располагаться близко к обрабатываемой поверхности, чтобы распыление попадало на поверхность, а не на стены печи. Сопло походит на пистолет-краскораспылитель, оно должно быть расположено вблизи окрашиваемой части.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Эти сопла являются обязательным оборудованием пиролитического осаждения, используемого при изготовлении критически важных, огнеупорных компонентов, таких как сопла ракеты и наконечники ГЧ.

- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Другие области применения: Эти сопла используются при изготовлении огнеупорных компонентов реактивных двигателей.

Внешний вид (заводской): Сопла для печей CVD стойки к высоким температурам в печи либо благодаря графиту или другому жаростойкому материалу, из которого они сделаны, либо благодаря применению водяного охлаждения. Размеры сопел составляют приблизительно половину ширины печи. Маленькие сопла обычно делаются из графита, ввиду его дешевизны, простоты замены, и легкости (приблизительно 0,5–2,5 кг). Большие сопла для производственных печей часто делаются из металла, требуют водяного охлаждения, могут быть оборудованы составными соединительными фланцами и весить более 25 кг.

Длина сопел варьируется, в зависимости от размера печи и площади поверхности. Большие, более сложные, охлаждаемые водой сопла доходят до 1,5 м длиной с диаметром трубчатой части в 20 см. Однако, стандартной формы или размера не существует, поскольку большинство сопел имеют компоненты индивидуальной конструкции.

6.B.3. Изостатические прессы, имеющие все следующие характеристики:
a. Максимальное рабочее давление, равное или более 69 Мпа;
b. Разработанные для достижения и поддержания контролируемой температуры от 600°C и выше; и
c. Имеющие рабочую камеру с внутренним диаметром 254 мм и более.

Внешний вид (комплектный): Упаковка сопла и оборудования пиролитического осаждения должна предотвращать повреждения очень прочной трубы с относительно хрупкими клапанами и фитингами. Как правило, несколько сопел транспортируются в комплекте и в хорошо защищенной упаковке, отдельно от крупных кожухов печи.

Характер и назначение: Изостатические прессы используются для внедрения под большим давлением углерода в пористую углеродистую преформу сопла ракеты или наконечника ГЧ. Этот процесс, называемый уплотнением, заполняет и фактически устраняет пустоты в преформе и, таким образом, увеличивает плотность и прочность обрабатываемого объекта.

- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Подлежащий обработке объект помещается в соответствующую камеру и опускается в горячую область печи. Все водные и электрические подключения, и подсоединение инструментов обработки должны быть выполнены до того, как в печь опускается и герметизируется крышка. По мере нагрева, объект подвергается большому давлению до достижения надлежащего уплотнения. Продукты реакции удаляются через внутренний трубопровод, таким образом избегая контакта с электронагревателями и замыкания.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Изостатические прессы используются в производстве наконечников для ГЧ и вставок сопел для ракетных двигателей.

Другие области применения: Эти прессы используются в диффузионной сварке подобных металлов и несходных металлов для формирования ламинатов (серебро-никель-серебро или медь-нержавеющая сталь) и обеспечения бесшовных соединений. Они находят разнообразное применение в порошковой металлургии. Они также используются для улучшения качества металлического литья и ковки путем гидростатического закрытия дефектов.

Внешний вид (заводской): Изостатические прессы, предназначенные для уплотнения, специально модифицируются для работы в условиях реакции пиролиза. У обычной системы лабораторного размера есть три главных компонента: камера сжатия, генератор высокого давления и пульт управления. Камера высокого давления обычно представляет собой вертикальный, толстостенный цилиндр, на верхнем конце которого располагается сменная крышка высокого давления или пробка. Некоторые прессы, как, например, на рисунке 6, укомплектованы горизонтальными камерами высокого давления.

Пресс может быть окружен энергопоглощающим экраном. Этот экран может быть спроектирован на производстве, где работает система, и часто требует монтажа камеры под землей. Камера высокого давления также оборудуется изоляционной камерой и трубопроводом, обеспечивающими отвод газа из области обработки через выпускную систему, избегая попадания газа в зону нагревателя.





Рисунок 6: ***Слева*****: Изостатический пресс лабораторных размеров. (ESPI)** ***Справа:*** **горячий изостатический пресс лабораторных размеров. (Abra Fluid AG)**

Генератор высокого давления использует воздух для передвижения большого поршня, непосредственно соединенного с малым поршнем, который сжимает газ, используемый в камере. Эти простые насосы работают при соотношениях давления между 10 МПа и 1000 МПа и могут достигать максимального давления приблизительно до 1400 МПа.

Пульт управления имеет приборную панель с типичным промышленным оборудованием контроля за температурой и давлением, и записывающими устройствами. Пульт оборудован компьютером и клавиатурой для ввода данных, требуемых для эксплуатации пресса. Изостатические прессы могут быть весьма большими по размеру.



Рисунок 7: ***Слева:*** **вид большого изостатического пресса сбоку. (Engineered Pressure Systems, Inc.)** ***Центр и справа:*** **два различных вида альтернативного транспортного контейнера для изостатического пресса. (Engineered Pressure Systems, Inc.)**

Внешний вид (комплектный): Компоненты изостатического пресса часто транспортируются отдельно и собираются на месте эксплуатации. Упаковка зависит от требований покупателя, но распространенными являются деревянные поддоны и ящики, скрепленные стальными полосами и крепежами. Большие камеры очень тяжелы из-за их толстых стенок; они могут быть упакованы в цилиндрический деревянный ящик, скрепленный широкими стальными полосами.

6.B.4. Печи для осаждения паров химических элементов, разработанные или модифицированные для уплотнения углерод-углеродных композиционных материалов

Характер и назначение: Печи CVD используются для внедрения углерода в пористую углеродистую преформу сопла ракеты или наконечника ГЧ. Этот процесс, называемый уплотнением, заполняет и фактически устраняет пустоты в преформе и, таким образом, увеличивает плотность и прочность обрабатываемого объекта.

Метод эксплуатации: В печах CVD для уплотнения используется либо изотермический процесс, либо тепловой градиент. Подлежащий обработке объект помещается в соответствующую камеру и опускается в горячую область печи. Все газовые, водные и электрические подключения, а также подсоединение инструментов обработки выполняется перед закрытием и герметизацией крышки печи. Последовательность процесса нагревания и поставки осаждаемых газов автоматизирована, но операторы печи следят за производством изделия через смотровые окна, встроенные в стенки печи.

- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Печи CVD используются для изготовления углерод-углеродных сопел и наконечников ракет. Углерод-углеродные части легки и прочны и могут увеличить производительность системы.

Другие области применения: Печи CVD используются при покрытии оптических устройств, некоторых медицинских инструментов и компонентов (например, сердечных клапанов) и режущих инструментов; в точном покрытии и полировке поверхностей; и в производстве полупроводников.

Внешний вид (заводской): Печи CVD представляют из себя большие, газонепроницаемые цилиндрические емкости с двойными стенками. Обычно печи CVD велики по размеру, так как внутри они имеют область высокой температуры, электрические нагреватели и изоляцию. Печи меньше 1,5 м в высоту и 1 м в диаметре относятся к лабораторным и едва подходят для обработки единичного наконечника или вставки сопла ракеты. Размеры промышленного оборудования превышают 2 м в высоту и 2 м в диаметре. Промышленные печи имеют несколько отверстий: по крайней мере одно большое отверстие для подачи энергии, другие для инструментов, а также одно или более смотровых окон, если температуры измеряются оптическим или инфракрасным пирометром.

Печи CVD оборудованы двойной стенкой для водяного охлаждения во время работы. Кабели электропитания велики по размеру и могут также охлаждаться водой. Сам автоклав располагается внутри печи и нагревается графитным индукционным или резистивным нагревателем до температур между 2200°C и 2900°C.

Разработанная по заказу печь CVD, показанная на рисунке 8, состоит из нескольких компонентов, включая пропиточную емкость для добавления жидкой смолы к преформе; инструменты и пульты управления (передний план); и печь чернения под высоким давлением.





Рисунок 8: ***Слева:*** **большая, изготовленная по заказу, печь CVD с индуктивным нагревом графита до температур в диапазоне 2800°C. (CVI)** ***Справа:*** **большая печь CVD. (Seco Warick)**

6.B.5. Не указанные в позиции 6.B.3 или 6.B.4 оборудование и средства контроля, разработанные или модифицированные для уплотнения и пиролиза композиционных материалов сопел ракетных двигателей и наконечников возвращаемых аппаратов (головных частей).

Внешний вид (комплектный): Упаковка состоит из поддонов и ящиков для каждой детали из-за большого размера и веса оборудования. У больших крышек, источников электропитания и корпуса печи часто имеются встроенные ручки или кольца для облегчения их перемещения и сборки.

Характер и назначение: Специализированное оборудование и средства контроля очень важны в процессе уплотнения и пиролиза, необходимого для производства композитных конструкций для сопел ракет и наконечников ГЧ. Для управления оборудованием и/или процессами при производстве этих композитных конструкций требуется специально разработанное программное обеспечение. Изготовление композитных деталей из данного материала обычно требует нескольких циклов обработки в различных условиях, таких как высокая температура и/или давление. Тщательный контроль за условиями во время циклов обработки, и время прохождения каждого цикла чрезвычайно важны для обеспечения приемлемых результатов. Данный подраздел также включает документацию (технические данные) по различным условиям процесса, требуемым для производства этих материалов.

Метод эксплуатации: Оборудование, средства контроля производственного процесса и программное обеспечение для систем уплотнения и пиролиза используются в ходе процесса производства композитных соединений для обработки и выхода готового материала и итоговых продуктов (т. е., сопел ракет и наконечников ГЧ).

Типичные области применения в ракетных технологиях: Данное оборудование, средства контроля производственного процесса и программное обеспечение используются для производства композитных соединений (включая углерод-углеродные материалы) для сопел ракет и наконечников ГЧ.

Другие области применения: Эти элементы также используются для диффузионной сварки металлов в порошковой металлургии и для обработки металлических компонентов.

Внешний вид (заводской): Оборудование сходно с другим промышленным оборудованием, однако оно может иметь малые (исследовательских размеров) элементы. Средствами контроля производственного процесса могут являться технические данные на бумажных, магнитных, или других носителях. Разработанное или модифицированное программное обеспечение внешне не отличается от доступного в продаже программного обеспечения и может распространяться на компьютерных дисках, дисках CD-ROM, DVD, и т.д.

Внешний вид (комплектный): Большие детали оборудования часто транспортируются отдельными компонентами, в то время как малые элементы часто транспортируются в собранном виде. Такие элементы обычно отправляются в ящиках или на поддонах, подобно другому промышленному оборудованию. Средства контроля производственного процесса (включая технические данные) транспортируются, как и другая информация на бумажных, магнитных или других носителях. Программное обеспечение может передаваться на дисках, CD-ROM, DVD и т.д., или через сети. Программное обеспечение и технические данные могут быть вложены в транспортировочные контейнеры вместе с соответствующим оборудованием.

6.C. Материалы

6.C.1. Волокнистые препреги, пропитанные связующим, и волокнистые преформы с металлическим защитным покрытием, применяемые для изготовления элементов конструкций, указанных в позиции 6.A.1, и полученные на основе полимерных или металлических матриц и армирующих наполнителей в виде волокон или нитей с удельной прочностью на растяжение более 7,62 × 10^4м и удельным модулем упругости свыше 3,18 × 10^6м .

Примечание:
К указанным в позиции 6.C.1 волокнистым препрегам, пропитанным связующим, относятся только те, в которых используются связующие с температурой стеклования (Tc) после отверждения свыше 145°C, определяемой согласно стандарту ASTM D4065 или национальным эквивалентам.

Технические примечания:
1. В позиции 6.C.1 «удельная прочность на растяжение» — это предельная прочность на растяжение в Н/м², деленная на удельный вес в Н/м³, измеренная при температуре (296±2) К [(23±2)°C] и относительной влажности (50±5)%.
2. В позиции 6.C.1 «удельный модуль упругости» — это модуль Юнга в Н/м², деленный на удельный вес в Н/м³, измеренный при температуре (296±2) К [(23±2)°C] и относительной влажности (50±5)%.

Характер и назначение: Препреги и преформы – это основные материалы для производства легких, высокопрочных композитных конструкций. Препрегом именуется подобный ткани материал, сотканный из волокон и пропитанный смолами. Препреги укладывают в форму (например, в оправку или пресс-форму) для придания им требуемой формы. При производстве ламинатов иногда используются несколько слоев . Преформы являются твердыми, трехмерными, волоконными структурами, пропитанными смолой, имеющими ту же форму и примерно те же размеры, что и производимая деталь. После отверждения преформа механически обрабатывается для получения конечной конфигурации. Обычно обрабатываемые материалы после этого отверждаются при температурах выше 175°C для завершения полимеризации смолы и достижения температуры перехода в стекло.

Метод эксплуатации: Препреги и преформы являются исходными материалами для композитов и ламинатов, которые могут использоваться почти во всех баллистических ракетах и БЛА, включая крылатые ракеты. Области применения включают: корпуса ракетных двигателей, отсеки между ступенями, крылья, входные отверстия, сопла, теплозащитные экраны, носовые конуса, элементы конструкций и рамы.

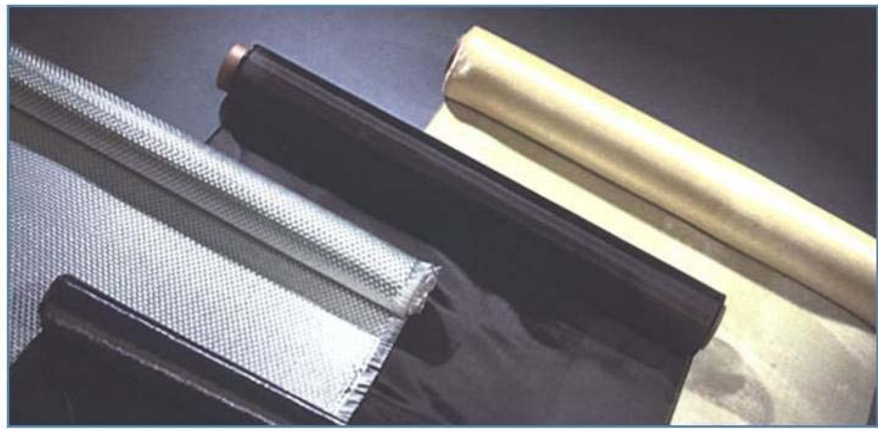



Рисунок 9: ***Слева:*** **носовой обтекатель ракеты-носителя, изготовленный с использованием передовых технологий пропитки. (ATK)** ***Справа:*** **Материал препрега, используемый в изготовлении легких, высокопрочных конструкций из композитных материалов для аэрокосмической и оборонной техники. (Ibid)**

Типичные области применения в ракетных технологиях: Эти оборудование, средства контроля производственного процесса и программное обеспечение используются для производства композитных соединений (включая углерод-углеродные материалы) для аэрокосмической и оборонной отраслей, включая сопла ракет, ракеты, конструкции спутников и наконечники ГЧ.

Другие области применения: Препреги и преформы позволяют придавать конструкциям из композитных материалов почти любую форму для их соответствия необходимым требованиям. Они используются как в гражданской, так и в военной авиации, в продукции для отдыха (такой, как оборудование для водных спортивных состязаний, лыж и клюшек для гольфа), в инфраструктуре, и в промышленном производстве. Они также применяются в медицине, при разработке протезов конечностей, и в хирургических устройствах.

- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (заводской): Препреги представляют из себя текстильные изделия, пропитанные гибкой смолой. Они производятся в виде тонких филаментных нитей, лент шириной от менее одного миллиметра до нескольких сантиметров, и тканей шириной до нескольких метров. Они хранятся, как правило, в катушках или рулонах, подобно пряже или ткани (см. рисунок 10) и очень напоминают непропитанную пряжу.

Хотя препрег может деформироваться, он значительно меньше подвержен образованию складок, чем непропитанная смолой ткань, лента или пряжа; и он достаточно податлив для придания формы части конструкции из композитного материала. Препреги могут использоваться в формировании приблизительной формы требуемой детали, называемой преформой. На рисунке 1 показан носовой обтекатель, изготовленный с использованием новейшей технологии укладки препрега. После нагрева и отверждения, эти преформы подвергаются машинной обработке до придания им окончательной формы и нанесения покрытия.

Внешний вид (комплектный): Описанные здесь волоконные материалы должны быть охлаждены после пропитки смолой. Охлаждение препятствует полимеризации и отверждению смолы прежде, чем препрег используется в производстве композитных материалов. Если температура удерживается на уровне приблизительно –20°C, срок годности препрега составляет приблизительно шесть месяцев. Чтобы поддержать достаточно низкие температуры во время транспортировки, материал препрега упаковывается в специальные контейнеры для охлаждения сухим льдом или отправляется в механически охлажденных грузовых контейнерах.

6.C.2. Перенасыщенные пиролизованные (т.е. углерод-углеродные) материалы, имеющие все следующие характеристики:
a. разработаны для ракетных систем; и
b. используются в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

•Бразилия	•Китай
•Франция	•Германия
•Индия	•Израиль
•Япония	•Российская Федерация
•Украина	•Соединенное Королевство
•Соединенные Штаты	

Глобальное производство



Характер и назначение: Углерод-углеродный композитный материал является углеродистым волокном, обычно изготовляемым из смолы, вискозы или полиакрилонитрила (ПАН) в матрице с преобладанием углерода. Обычно он изготовляется из смолы с высоким содержанием углерода в качестве начальной матрицы, с последующим отделением неуглеродистых элементов посредством сильного нагрева. Он легок, крайне огнеупорен, стоек к тепловым ударам и достаточно пластичен для придания нужной формы.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Углерод-углеродные материалы используются для таких элементов, как выхлопные сопла ракетного двигателя, наконечники ГЧ, теплозащитные экраны, и передние края несущих поверхностей, способные выдерживать высокие температуры и абляции.

Другие области применения: Углерод-углеродные материалы используются в военной и гражданской авиации, например, в высокотемпературных тормозных колодках, а также в материалах, требующих высокой прочности и легкости, как, например, в корневых частях крыла. Они также могут применяться в инструментах, от которых требуется продолжительный срок службы в жестких, обычно высокотемпературных, условиях производства, таких как сталелитейные ковши, нагреватели для высокотемпературных печей и горячие инструменты пресса.

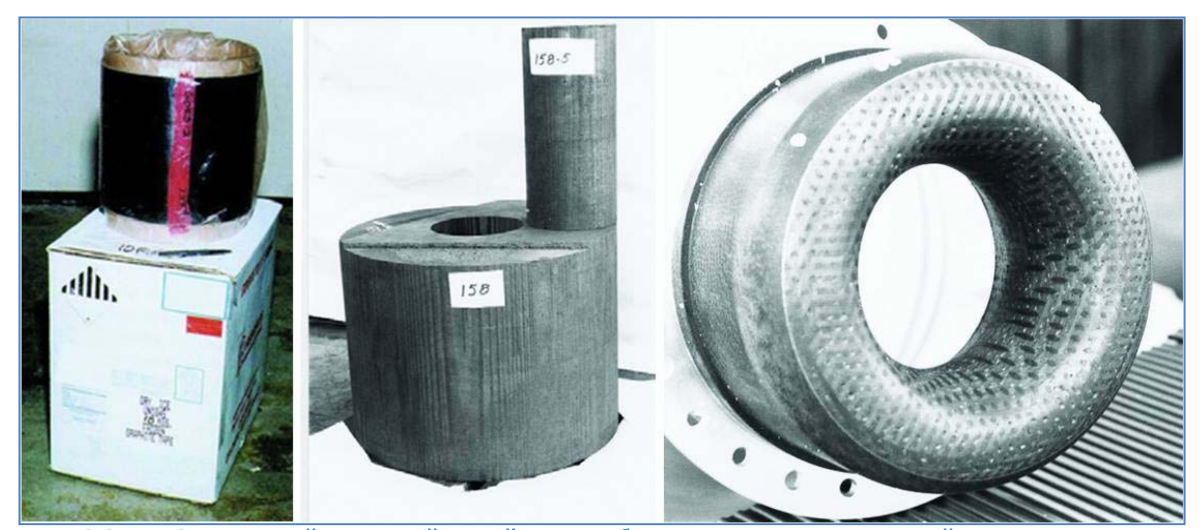


Рисунок 10 *Слева:* Специальный картонный контейнер для обкладывания катушки с лентой препрега углеродистого волокна сухим льдом во время транспортировки . Сухой лед обычно содержится в полиэтиленовом пакете, уложенном вокруг катушки. («Приложение двойного назначения к руководству для группы ядерных поставщиков», «Отчет № LA-13131-M» (апрель 1996 г.)) *Середина:* кусок углерод-углеродного материала, готовый для машинной обработки и отправки в сопло ракеты. Больший цилиндрический блок составляет приблизительно 70 см в диаметре. (Ibid) *Справа:* Углерод-углеродное горло сопла ракеты с видимым узором, созданным нижележащими волокнами ткани. (Ibid)

Внешний вид (заводской). Типичные углерод-углеродные материалы, разработанные для ракетных систем, имеют черный цвет и узорчатую поверхность, вследствие их укрепления текстильным материалом. Носовые конуса и сопла ракет обычно изготавливаются на станке из блоков или брусьев.

Внешний вид (комплектный): До механической обработки куски углерод-углеродного материала достаточно грубы для упаковки в наполнитель и транспортировки в картонных коробках. Механически обработанные компоненты требуют тщательной упаковки, поскольку, несмотря на устойчивость материала к ломке (ударопрочность), они легко могут треснуть или поцарапаться.

6.C.3. Объемные заготовки из рекристаллизированного графита мелкозернистой структуры с объемной плотностью не менее 1,72 г/см3 (определенной при температуре 15°C) и размером зерен 100 × 10-6м (100 мкм) и менее, которые применяются для сопел ракетных двигателей и наконечников возвращаемых аппаратов (головных частей) и из которых путем машинной обработки можно изготовить любое из следующих изделий:

a. Цилиндры диаметром 120 мм и более и длиной 50 мм и более;

b. Трубы с внутренним диаметром 65 мм и более, толщиной стенок 25 мм и более и длиной 50 мм и более; <u>или</u>

c. Блоки размером 120 мм × 120 мм × 50 мм и более.

Характер и назначение: Повторно кристаллизованный мелкозернистый кусковой графит используется для создания очень прочных огнеупорных деталей. Графит – это единственное известное вещество, прочность которого удваивается при увеличении температуры от комнатной до 2700°C. Углеродистые частицы объединяются со смолой и вязким остатком битума в подходящей пресс-форме и подвергаются нагреву и давлению. Получившийся куб легко формируется на станке в требуемую деталь. Он также обладает превосходным сопротивлением термическому удару и хорошей тепловой и электрической проводимостью. Пиролитический графит формируется путем высокотемпературного парофазного осаждения, но не используется широко из-за его неравномерной теплопроводности, которая вызывает раскалывание при нагреве.

Рисунок 11: различные детали, изготовленные на станке из мелкозернистого кускового графита. («Руководство РКРТ по оборудованию , программному обеспечению и технологиям», третий выпуск (май 2005))

Типичные области применения в ракетных технологиях: Повторно кристаллизованный мелкозернистый кусковой графит используется для наконечников ГЧ, тяговых триммеров и горловых частей сопел. Размеры типичного бруса для наконечника могут достигать всего нескольких сантиметров в каждом измерении.



- Бразилия
- Китай
- Индия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Другие области применения: Графит используется в медико-биологической отрасли, в ядерных реакторах, как пресс-форма при отверждении, и в производстве металлических деталей, а также для креплений печей, у которых критически важны размеры. Графит также предпочтителен как материал для электродов механической обработки электрическим разрядом. После пропитки металлами графит находит применение в щетках для электромоторов и в различных подшипниках.

Внешний вид (заводской): Нерасфасованный графит является очень мелким порошком темно-серого до черного цвета. Плотность обработанного графита колеблется от 1,64 г/мл до 2,7 г/мл; последнее относится к пиролитическому графиту. Механически обработанные части из графита имеют черный цвет и блеск, в зависимости от обработки. Мелкозернистый графит можно определить по нехватке точечной коррозии поверхности и некоторым мелким примесям, которые часто обнаруживаются в промышленном графите. Графит намного мягче металлов; его поверхность можно продавить шариковой ручкой.

Внешний вид (комплектный): Эти материалы упаковываются так, чтобы защитить их хрупкие поверхности, а также предотвратить поверхностное загрязнение. Как правило, детали помещаются в полиэтиленовые пакеты или контейнеры, которые упаковываются в материалах, обычно используемых для хрупких частей (например, воздушно-пузырчатая пленка, пена и т.д.).

6.C.4. Пирографиты или армированные волокнами графиты, применяемые для сопел ракетных двигателей и наконечников возвращаемых аппаратов (головных частей), используемых в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

Характер и назначение: Пиролитический графит – это уникальная форма графита. Он производится разложением углеводорода, обычно метана, в вакуумной печи при высоких температурах. В результате получается исключительно чистый продукт, приближающийся к теоретической плотности, который в результате его слоистой структуры, обладает высокими анизотропными свойствами (то есть, имеет различные характеристики вдоль различных осей координат; вдоль слоев, его теплопроводность низка и действует он как изолятор; перпендикулярно слоям его теплопроводность высока, и действует, как превосходный проводник). Его тепловые, электрические и механические свойства обычно намного превосходят обычные графиты. Пиролитический графит химически инертен, легок, устойчив к температуре до 3000°C, водонепроницаем, автоматически смазывается, и не поглощает пыль. Однако его неоднородная теплопроводность и связанная с этим склонность к раскалыванию ограничивают его применение в определенных областях.

- Китай
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: При производстве пиролитического графита основной поверхностный материал, на котором оседает пиролитический графит, нагревается до относительно высокой температуры, в пределах приблизительно 1500–2500°C. Газ углеводорода вводится при повышенной температуре и уменьшенном давлении. В результате пиролитический графит формирует аблятив (способный к контролируемому сжиганию) и изоляционный слой, который может противостоять высокой температуре ракетного двигателя.

Типичные области применения в ракетных технологиях: У пиролитического графита есть множество применений в аэрокосмической и оборонной отраслях вследствие его чрезвычайно высокой жаростойкости. В частности, он используется в конструкции и при изготовлении сопел ракет, на носовых обтекателях ГЧ и в элементах теплоизоляции.

Другие области применения: Исключительные свойства проводимости пиролитического графита применяются в полупроводниковой электронике с высоким тепловыделением, такой как РЧ и беспроводная техника, светодиоды (LED), лазерные диоды, широкозонные полупроводники и покрытия интегральных схем. Пиролитический графит также используется при изготовлении красителей и инструментов формирования, которые формируют полурасплавленное стекло, а также нагревательных элементов, распылителей и тепловых изоляторов. Кроме того, пиролитический графит используется изготовителями специальных сортов стекла, а также для производства тарного и столового стекла.

Внешний вид (заводской): Плотность обработанного графита изменяется от 1,64 г/мл до 2,7 г/мл. В порошковой форме его цвет варьируется от темно-серого до черного. Обработанные на станке изделия имеют черный цвет и блеск, в зависимости от процесса механической обработки. Поверхности имеют точечную коррозию.



Рисунок 12: Набор пластин и прутьев из пиролитического графита высокой плотности, прочности и гомогенности. Заметьте точечное повреждение поверхности на большой пластине слева на этом рисунке. (Advanced Carbon Technologies, Inc)

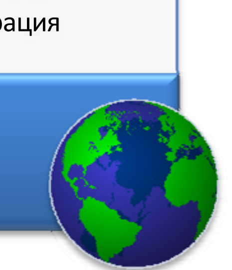
Внешний вид (комплектный): Ввиду склонности пиролитического графита к раскалыванию, он требует тщательной упаковки; обычно компоненты помещаются в полиэтиленовые пакеты или контейнеры, обернутые воздушно-пузырчатой пленкой или пеной.

6.C.5. Керамические композиционные материалы (с диэлектрической проницаемостью менее 6 в диапазоне частот от 100 МГц до 100 ГГц) для использования в ракетных антенных обтекателях, применяемых в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

Характер и назначение: Керамические композитные материалы обладают прочностью и тепловыми свойствами, иногда достаточными для их использования в качестве теплозащитных материалов. Однако, в отличие от основанных на углероде материалов, керамика является изолятором, не проводит электричество, и свободно пропускает электромагнитное излучение (например, радиоволны). Она полезна в защите конструкций и оборудования от высокой температуры, позволяя при этом поддерживать двустороннюю связь с аппаратом.

- Китай
- Германия
- Япония
- Соединенные Штаты
- Франция
- Индия
- Российская Федерация

Глобальное производство



Керамические композитные материалы, армированные карбидом кремния, подходят для использования при температуре до 1200°С в окисляющей атмосфере или при несколько более высокой температуре, если они имеют покрытие. Композитные материалы с карбидом кремния, армированные нитями, очень жестки и, при плотности 2,3 г/мл, значительно легче жаропрочных сплавов. Благодаря этим характеристикам, керамика годна для производства наконечников ГЧ.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Керамические композитные материалы используются в окнах антенн ГЧ баллистических ракет. Наконечники из безобжиговой керамики с карбидом кремния тверды и чрезвычайно огнеупорны; однако ввиду их склонности к раскалыванию, но не разлому, они не используются широко.

Другие области применения: Чрезвычайно огнеупорная керамика используется в некоторых газотурбинных двигателях, автомобильных двигателях, печах и приемниках солнечной энергии. Ее использование включает растирающие палочки и шары, печные плитки, сварочные чашки и сопла,

сопла пескоструйного аппарата и множество сложных элементов для электроники. Такая керамика широко используется в инструментарии для высокотемпературных производственных процессов. Керамические композитные материалы, армированные карбидом кремния, используются в некоторых военных реактивных двигателях для закрылок управления вектором тяги. Применение этих материалов расширяется.

Внешний вид (заводской): В керамических композитных материалах, используемых в окнах антенн ГЧ, обычно применяется армирование керамическими нитями для предотвращения отказа, вызванного тепловым напряжением. Кусок трехмерного (объемного) кварца, из которого делаются окна антенн, может иметь тканевый узор, заметный на всех поверхностях. На этот материал часто наносится прозрачное защитное покрытие для предотвращения проникания влаги. Керамические композитные материалы, армированные карбидом кремния, имеют тот же узор, только темно-серый или черный. Все эти керамические материалы очень тверды, намного тверже других композитных материалов, а их поверхность покрыта узором, похожем на тканевое армирование. Размеры их могут быть практически любыми, от дисков 1 мм толщиной до кубов в 50 см, которые режутся или шлифуются до необходимой конфигурации алмазным инструментом.

Внешний вид (комплектный): Из-за их высокой стоимости и хрупкости, эти композитные материалы упаковываются в поглощающие сотрясения материалы. Так как материал кварца также является гигроскопическим (т.е., он поглощает воду), он дополнительно упаковывается в герметичные пакеты либо из майлара, либо из другой пластмассы, часто с добавлением в упаковочный контейнер какого-либо осушителя. Некоторые поставщики также наполняют герметичные пакеты сухим азотом, чтобы защитить материал от проникновения влаги.

6.C.6. Материалы из карбида кремния:
a. объемные заготовки из необожженной керамики, армированной карбидом кремния, пригодные для механической обработки и используемые для изготовления наконечников возвращаемых аппаратов (головных частей), используемых в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.;
b. керамические композиционные материалы, армированные карбидом кремния, используемые для изготовления наконечников возвращаемых аппаратов (головных частей), возвращаемых аппаратов, створок сопла, используемых в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1.

Характер и назначение: Карбид кремния это соединение кремния и углерода, используемое в производстве прочных керамических материалов. Он также содержится в редком минерале муассаните. Когда порошок карбида кремния нагревается ниже его точки плавления в процессе называемом «спеканием», частицы скрепляются друг с другом, формируя чрезвычайно твердую керамику с высокими усталостными свойствами. Керамические композитные материалы, укрепленные карбидом кремния, стойки к температурам до 1200 °С в условиях окисления.

Метод эксплуатации: Критически важные свойства карбида кремния – это низкая плотность, высокая прочность, низкое тепловое расширение, высокая теплопроводность, высокая твердость, высокое сопротивление тепловому удару и превосходная химическая инертность.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Карбид кремния используется в соплах ракетных двигателей, носовых обтекателях и закрылках сопел. Он также используется в окнах антенн ГЧ баллистических ракет. Благодаря стойкости к сильным тепловым ударам этот материал используется в качестве

- Австрия
- Бразилия
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Италия
- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство





Рисунок 13: Покрытие из карбида кремния находит широкое применение в космической и аэрокосмической отраслях, включая защиту графитового материала от окисления. (Schunk Group)

теплозащитного экрана, а его непроводимость электричества и электромагнитного излучения защищают космический летательный аппарат от высоких температур, одновременно позволяя поддерживать связь со станцией наземного управления. Покрытие карбидом кремния защищает от окисления армированные углерод-углеродными материалами панели вдоль передних краев и носовых обтекателей ГЧ. Композитные материалы, содержащие карбид кремния и армированные нитями, очень прочны, устойчивы к высокой температуре и весят меньше жаропрочных сплавов; эти особенности чрезвычайно важны для носовых обтекателей, разработанных для возвращения в земную атмосферу.

Карбид кремния также используется в новейших полупроводниковых электронных устройствах. Основанная на карбиде кремния электроника и датчики работают в агрессивных и экстремальных условиях, при которых обычная, основанная на кремнии, электроника, нормальная работа которой ограничена температурой в 350°C, не в состоянии работать. Способность соединения работать в условиях высокой температуры, большой нагрузки и высокого уровня радиации позволяет существенно увеличить производительность работы широкого диапазона ракетных систем и приложений. Например, кремниевый углерод использовался в конструкции легких тиристоров для управления питанием в условиях высокой температуры в космическом летательном аппарате и изготовления турбинных входных направляющих лопаток, стойких к температурам в 222°C, превосходящим стандартные характеристики аэродинамических поверхностей турбин из жаропрочных никелевых сплавов.

Другие области применения: Благодаря абразивным свойствам карбида кремния, низкой цене и прочности, он применяется как шлифовальный материал, а также в абразивной механической обработке, такой, как пескоструйная очистка, затачивание, водно-реактивная резка и дробление. Карбид кремния используется в броне из композитных материалов, а также в обкладывании керамикой пуленепробиваемых жилетов. Недавно разработанный бронежилет, изготовленный из небольших керамических пластин из карбида кремния, расположенных внахлестку, обладает большей гибкостью и устойчивостью к пулеметным очередям из АК-47 без вставочных пластин.

Керамические композитные материалы, армированные карбидом кремния, используются в закрылках управления вектором тяги в некоторых военных реактивных двигателях. Карбид кремния является важным компонентом светодиодов (LED). Его низкий коэффициент теплового расширения, высокая твердость и теплопроводность используются в производстве зеркал для астрономических телескопов. Это соединение также используется в некоторых автомобильных и газотурбинных двигателях, печах, и пассивных панелях солнечных элементов. Он применяется для производства печной плитки, сварочных чаш, и в высокотемпературных производственных процессах.

Карбид кремния также используется в трехкомпонентном изотропном покрытии элементов ядерного топлива в реакторах высокой температуры с газовым охлаждением или высокотемпературных реакторах.

Внешний вид (заводской): Керамические композитные материалы, произведенные в виде компонентов ракет, например, окон антенн ГЧ, армируются керамической нитью для предотвращения отказа, вызванного напряжением из-за высокой температуры. Трехмерного кварц, используемый при изготовлении окон антенн, может иметь тканевый узор на всех поверхностях. Для защиты от влажности, на этот материал часто наносится прозрачное покрытие. Армированная карбидом кремния керамика обладает тем же поверхностным узором, только черного или темно-серого цвета. Эти керамические вещества намного тверже других композитных

материалов и обладают поверхностным узором, который указывает на их тканевое армирование. Размер варьируется от дисков толщиной в 1 мм до 50-сантиметровых кубов, которые можно разрезать или обработать для придания требуемой формы.

Внешний вид (комплектный): Карбид кремния ломок, таким образом, при упаковке композитных материалов с карбидом кремния используются поглощающие сотрясения вещества. Для предотвращения проникновения влаги во время транспортировки используются герметичные пакеты. В большие транспортные контейнеры обычно добавляются осушители. Герметичные пакеты иногда заполняются сухим азотом, чтобы обеспечить дополнительную защиту от поглощения влаги.

6.C.7. Материалы для изготовления ракетных компонентов, используемых в системах, указанных в позициях 1.A., 19.A.1. или 19.A.2:

a. вольфрам и его сплавы в виде частиц с содержанием вольфрама (по весу) 97 процентов или более и диаметром 50×10^{-6} м (50 мкм) или менее;
b. молибден и его сплавы в виде частиц с содержанием молибдена (по весу) 97 процентов или более и диаметром 50×10^{-6} м (50 мкм) или менее;
c. вольфрамовые материалы в твердой форме, имеющие все следующие характеристики:
1. любой из следующих составов:
i. вольфрам и его сплавы с содержанием вольфрама (по весу) 97 процентов или более;
ii. вольфрам, пропитанный медью, с содержанием вольфрама (по весу) 80 процентов или более; или
iii. вольфрам, пропитанный серебром, с содержанием вольфрама (по весу) 80 процентов или более; и
2. возможность получения в результате машинной обработки любого из следующих изделий:
i. цилиндры диаметром 120 мм или более и длиной 50 мм или более;
ii. Tubes having an inner diameter of 65 mm or greater and a wall thickness of 25 mm or greater and a length of 50 mm or greater; or
ii. трубы с внутренним диаметром 65 мм или более и с толщиной стенки 25 мм или более и длиной 50 мм или более; или

Характер и назначение: Некоторые материалы в позиции 6.C.7. рассматриваются как порошки, которые могут быть сформированы в части ракет при засыпке их в пресс-форму и при воздействии на них высокой температуры и давления (т.е., при спекании). Другие материалы в позиции 6.C.7. включают твердые формы вольфрама и его сплавов, а также вольфрама, пропитанного медью или серебром, что может произойти вследствие процесса спекания. Изделия из этих материалов очень тверды, плотны и прочны. Температуры их плавления также чрезвычайно высоки: вольфрам плавится при 3410°C, а молибден – при 2610°C. Таким образом, полностью обработанные детали устойчивы к абляции при высоких температурах и массовом потоке, испытываемых, например, возвращаемым аппаратом или при ракетном выхлопе.

- Германия
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Хотя у этих материалов высокие прочность и точка плавления, из-за их плотности и веса они чаще используются для малых частей в критически

важных зонах: наконечники ГЧ, вставки горла сопла (но не все сопло) и реактивные лопасти, которые используются, чтобы регулировать выхлоп двигателя.

Другие области применения: Вольфрамовый порошок используется при металлическом испарении, металлостеклянных крышках, электрических контактах и как легирующий элемент для стали. Вставные резцы из карбида вольфрама важны для обработки металла, а также в горной и нефтяной отраслях промышленности. Вольфрам с внедренной медью также используется для тяжелых электродов рельефной сварки и в некоторых случаях для электродов станков электроискровой обработки (EDM), когда необходима более тщательная обработка и чрезвычайно гладкие поверхности. Молибден – это элемент, используемый для порошковой металлургии.

Внешний вид (заводской): Вольфрам, молибден и их сплавы имеют сферические или раздробленные частицы, похожие на многие другие продукты порошковой металлургии. Частицы обладают металлическим блеском и свободно перемещаются, благодаря их сферической форме. Вольфрам в твердой форме – это серебристо-белый блестящий металл, который темнеет на воздухе, формируя защитное окисное покрытие. Эти материалы очень тяжелы, поскольку вольфрам и молибден обладают высокой плотностью. Плотность вольфрама составляет 19,3 г/мл, а молибдена – 10,2 г/мл. Для сравнения, плотность железа составляет 7,87 г/мл, алюминия – 2,7 г/мл.

Внешний вид (комплектный): Эти материалы, в форме макрочастиц, упаковываются в герметичные контейнеры или барабаны, чтобы свести к минимуму возможность попадания воздуха и окисление поверхности частиц. Контейнеры много весят, по сравнению с их размером, и закрепляются на поддоне или в контейнере для предотвращения их смещения.

6.C.8. Мартенситностареющие стали, которые характеризуются пределом прочности при растяжении, равным или более 1,5 ГПа (определенным при температуре 20°C), в виде листов или плит толщиной 5 мм или менее, или труб с толщиной стенки, равной 5 мм или менее, используемые в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1

Техническое примечание:

Мартенситностареющие стали представляют собой сплавы на основе железа, которые обычно характеризуются высоким содержанием никеля, очень низким содержанием углерода и наличием элементов, вызывающих упрочнение сплава в результате выделения этих элементов из твердого раствора при старении.

•Австрия	•Китай
•Франция	•Грузия
•Германия	•Индия
•Иран	•Израиль
•Япония	•Российская Федерация
•Южная Африка	•Южная Корея
•Швеция	•Швейцария
•Соединенное Королевство	•Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Мартенситностареющая сталь – это особый сплав стали, известный благодаря его высокой устойчивости к деформации. Он разрабатывается для определенных уровней силы воздействия от 1030 МПа до 2420 МПа. Мартенситностареющие стали отличаются от обычных сталей тем, что они армируются металлургической реакцией, в которой не участвует углерод. В типичных формулах мартенситностареющей стали наблюдается относительно высокое содержание никеля (18% или выше), кобальта и молибдена, и относительно низкое содержание углерода (менее 0,03%), по сравнению с большинством структурных сталей.

Типичные области применения в

ракетных технологиях: Формы, описанные в РКРТ (листы, пластины и трубы), обычно используются для создания корпусов твердотопливных ракетных двигателей, топливных баков и компонентов отсеков между ступенями.

Другие области применения: Эти стали используются в специальных компонентах летательных аппаратов, корпусах подводных лодок, ограждениях лезвий, трубах и реакторах в химических и ядерных отраслях промышленности.

Внешний вид (заводской): У чистой, свежеприготовленной мартенситностареющей стали блестящий серый цвет. Если металл был подвергнут обработке старения для увеличения прочности, на его поверхности может образоваться темный окисный слой. Этот темный слой может также указать на то, что мартенситностареющая сталь была подвергнута управляемой степени окисления, чтобы улучшить сопротивление коррозии во время эксплуатации.

Внешний вид (комплектный): Мартенситностареющая сталь часто транспортируется в неусиленном, необработанном для огнеупорности состоянии, чтобы предоставить конечному пользователю возможность придания ей желательной формы. Сталь скрепляется и транспортируется как обычная нержавеющая сталь, на которую она очень похожа. Листы и пластины складываются и закрепляются на поддоне. Трубы тоже связываются и закрепляются на поддоне. И те, и другие могут быть покрыты пластмассовым листом и/или упакованы в ящики для защиты материалов от воздействия окружающей среды во время транспортировки.

6.C.9. Легированная титаном дуплексная нержавеющая сталь (Ti-DSS), используемая в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A.1, и имеющая:

a. все следующие характеристики:
   1. Содержание (по весу) хрома 17–23 процента и никеля 4,5–7 процентов;
   2. Содержание (по весу) титана более 0,1 процента; и
   3. Ферритно-аустенитную микроструктуру (также известную как двухфазная микроструктура), содержащую как минимум 10 процентов (по объему) аустенита (согласно стандарту ASTM E-1181-87 или национальным эквивалентам); и

b. любую из следующих форм:
   1. Слитки или болванки размером 100 мм и более в каждом измерении;
   2. Листы шириной 600 мм и более и толщиной 3 мм и менее; или
   3. Трубы с внешним диаметром 600 мм и более и с толщиной стенки 3 мм и менее.

Характер и назначение: Двухфазная нержавеющая сталь, стабилизированная титаном (Ti-DSS) является особым сплавом нержавеющей стали, характеризующейся легкостью сварки и сопротивлением коррозийным окислителям жидкого топлива. Типичные формулы Ti-DSS содержат по весу 17–23% хрома и 4,5–7,0% никеля, в такой стали содержатся следы титана, который, по сравнению с другой нержавеющей сталью, делает сплав Ti-DSS особенно стойким к окислителям, таким как ингибированная красная дымящаяся азотная кислота (IRFNA). Кроме того, Ti-DSS – это предпочитаемый материал для приложений жидкотопливных ракет, потому что он легко сваривается с использованием обычной сварочной технологии и, в отличие от других форм нержавеющей стали, не требует термообработки после сварки. Двухфазная нержавеющая сталь, стабилизированная азотом вместо титана, не контролируется РКРТ и имеет широкое промышленное применение. Например, такие элементы, как трубопроводы из двухфазной нержавеющей стали, стабилизированной азотом, применяются в обработке газа и нефти; в опреснительных установках; трубах, проводящих хлористые жидкости; высокопрочных и очень

стойких проводниках; механических и структурных компонентах; вспомогательных и промышленных системах; химических резервуарах и пр.

- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Слитки или бруски, пластины и трубы, соответствующие критериям РКРТ, обладают достаточным размером для использования в производстве резервуаров жидкого топлива и трубопроводе ракетного двигателя.

Другие области применения: Сплав Ti-DSS имеет очень мало известных промышленных применений. Хотя он годен к различным вариантам применения с нержавеющей сталью, Ti-DSS очень тверд, что осложняет придание ему формы пластин или труб. Механическая обработка или формирование этого материала обычно слишком дороги для обычного промышленного использования. Кроме того, хотя он особенно устойчив к ингибированной красной дымящейся азотной кислоте, обычному ракетному окислителю, этот сплав не так устойчив к воздействию слабокоррозийных материалов, таких как химические удобрения.

Внешний вид (заводской): Ti-DSS фактически идентичен по внешности другим видам нержавеющей стали. Он имеет очень мелкие зерна, и для рассмотрения отдельных зерен требуется лупа или микроскоп.

Внешний вид (комплектный): Ti-DSS обычно связывается и транспортируется подобно другим видам нержавеющей стали. Пластины и слитки складываются и закрепляются на поддоне. Трубы обычно связываются и также закрепляются на поддоне. И те, и другие могут быть покрыты пластмассовым листом и/или упакованы в ящики для защиты материалов от воздействия окружающей среды во время транспортировки.

6.D. Программное обеспечение

6.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 6.B.1.

Характер и назначение: Программное обеспечение для производства композитных и волоконных материалов используется в ЧПУ, которые управляют действиями машин для намотки нитей и укладки лент и контролируют натяжение волокон и лент, используемых в постройке корпусов двигателей и компонентов авиационных конструкций и БЛА из композитных материалов. Другое программное обеспечение в этой категории используется, чтобы управлять прошивочными станками, позволяющими получать объемную, многомерную ткань, используемую в производстве сложных структур из композитных материалов, таких как слитки, из которых путем механической обработки можно получить наконечники ГЧ и сопла ракет. Слитки должны быть пропитаны дополнительными смолами, и обработаны высокой температурой для получения конечного продукта. Не существует программного обеспечения для контроля и управления этими заключительными процессами.

Метод эксплуатации: Программное обеспечение конфигурируется для работы на компьютерах, связанных с ЧПУ машин для намотки волокна и прошивочных станков, позволяющих получать объемную, многомерную ткань, разработанную для производства твердотопливных ракетных двигателей или компонентов авиационных конструкций БЛА.

- Франция
- Индия
- Япония
- Российская Федерация
- Швейцария
- Соединенные Штаты
- Германия
- Италия
- Нидерланды
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Программное обеспечение разрабатывается для производства конкретных компонентов при его использовании на определенной машине для намотки волокна. Оно может использоваться в производстве корпусов двигателей, стабилизаторов, сопел, наконечников ГЧ и других частей и компонентов.

Другие области применения: Программное обеспечение может быть модифицировано для изготовления емкостей для сжиженного природного газа, горячей воды, сжатого природного газа, рукояток клюшек для гольфа, теннисных ракеток и удочек.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение, используемое в производстве композитных и эпоксидных материалов, обычно представляет из себя компьютерную программу, сохраненную на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Эти программное обеспечение и данные могут содержаться на любых обычных носителях информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документацию.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие это программное обеспечение, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на их использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

6.D.2. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для оборудования, указанного в позициях 6.B.3, 6.B.4 или 6.B.5.

- Китай
- Франция
- Индия
- Япония
- Южная Африка
- Соединенное Королевство
- Дания
- Германия
- Израиль
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Программное обеспечение, используемое в компьютере управления изостатикой, управляет прессом высокого давления и контролирует давление и температуру водяного охлаждения. Оборудование CVD использует программное обеспечение, чтобы управлять процессом нагревания и подачи осаждаемых газов к пористой углеродистой преформе. Программное обеспечение управления производственным процессом используется, чтобы управлять высокотемпературными аппаратами пиролиза, контролировать и управлять процессами, при которых производятся такие объекты, как сопла ракет и наконечники ГЧ.

Метод эксплуатации: Программное обеспечение, используемое в компьютере управления изостатикой, принимает

введенные оператором давление и время. Программное обеспечение активирует пресс и управляет чрезвычайно высоким рабочим давлением в течение продолжительного времени. Оно контролирует температуру водного охлаждения и разогрев духовки, чтобы обеспечить работу системы в соответствующей, безопасной для элемента области. Оператор процесса CVD использует компьютер, загруженный соответствующим программным обеспечением управления производственным процессом, чтобы установить температуру печи, установить давление нагнетаемого газа и время, а также контролировать температуру водяного охлаждения и другие показания датчиков и инструментов. Тщательный температурный контроль в течение относительно долгого времени важен в производстве углерод-углеродных сопел ракет и наконечников. Программное обеспечение управления производственным процессом, используемое в производстве композитных структурных материалов, управляет температурами аппарата пиролиза и давлением в течение установленного пользователем количества циклов.

Типичные области применения в ракетных технологиях: Программное обеспечение, используемое для управления уплотнением и процессами пиролиза, применяется в производстве жаростойких и легких компонентов ракет, таких, как сопла ракетных двигателей и наконечники ГЧ.

Другие области применения: Программное обеспечение управления изостатикой используется в процессах диффузионного связывания сходных и несходных материалов. Программное обеспечение управления процессом CVD применяется в производстве покрытых оптических устройств, режущих инструментов, медицинских инструментов, и при изготовлении полупроводников. Программное обеспечение, управляющее уплотнением и процессами пиролиза, также применяется при диффузионной сварке металлов и обработке металлических компонентов.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение управления производственными процессом обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, оптических, магнитных или других носителях информации. Это программное обеспечение может содержаться на любых обычных носителях информации, включая магнитные ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документацию.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие это программное обеспечение, ничем не отличаются от любых других носителей информации. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать на их использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение, включая программные копии документации, может передаваться по компьютерной сети.

6.E. Технология

6.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, материалов или «программного обеспечения», указанных в позициях 6.A, 6.B, 6.C или 6.D.

6.E.2. «Технические данные» (включая технологические режимы) и методы регулирования температуры, давления и состава рабочей среды в автоклавах или гидроклавах, применяемых для изготовления композиционных материалов или их полуфабрикатов, используемые для оборудования или материалов, указанных в позиции 6.A или 6.C.

Характер и назначение: Данные управления производственным процессом используются, чтобы управлять обработкой композитных материалов или частично обработанных композитных материалов в полезные составные части. Технические данные автоклавов и гидроклавов обычно касаются условий обработки и процедур, набора инструментов, подготовки к отверждению и его контролю. Поскольку точные параметры настройки температуры, давления и продолжительности процесса влияют на прочность, ударостойкость и степень искривления изделий, изготовители разработали запатентованные технологии процессов, и они редко распространяют информацию по производству отдельных деталей. Условия обработки, периоды уменьшения объема и соответствующие процедуры обычно индивидуально подбираются для каждой отдельной детали.

Метод эксплуатации: Эти данные используются как руководство при производстве или частичной обработке определенных, высокоогнеупорных изделий из композитных материалов в автоклавах и гидроклавов. Контроль за отверждением может выполняться человеком, но обычно эту функцию выполняет компьютер. Последний может следовать предопределенному циклическому процессу или же функционировать как система обработки, при которой компьютер принимает решения на основе объединенных входных данных аналитических моделей процесса, датчиков в или около обрабатываемой детали, и научных знаний, встроенных в систему в качестве искусственного интеллекта.

- Оборудование автоклава или гидроклава производится в большинстве индустриальных стран, так как оно используется в широко распространенных производственных процессах. Хоть общие знания этих процессов широко известны, данные по процессам для определенных способов применения являются запатентованными.

Глобальное производство



Типичные области применения в ракетных технологиях: Эти данные относятся к инструкциям по подготовке преформы или композитного материала для использования в особо жаростойких и абляционных компонентах, таких как наконечники ГЧ и сопла ракетных двигателей.

Другие области применения: Подобные процессы и процедуры используются при изготовлении материалов, применяемых в промышленном производстве изделий из композитных материалов, от корабельных корпусов до клюшек для гольфа.

Внешний вид (заводской): Обычно технические данные представлены в виде чертежей, планов, диаграмм, моделей, формул, технических разработок и требований, а также руководств и инструкций на бумаге или других носителях, таких, как диски, магнитная лента и устройства, предназначенные только для воспроизведения записанного. Эти данные обычно предоставляются в руководствах и графиках, входящих в документацию изготовителя автоклава или гидроклава, или в рекомендациях изготовителя смолы. В документации изготовителя упоминается каждый из вспомогательных компонентов, и включены требования и инструкции для каждого из них. В компоненты входят такие элементы, как контроллеры обработки твердых тел или компьютеры для управления и контроля температурой и давлением во время процесса отверждения.

Внешний вид (комплектный): Данные, связанные с оборудованием и содержащие информацию об отверждении, обычно помещаются в книги с отрывными листами или в подобранный комплект инструкций. Документация в форме отчета прилагается к новому оборудованию. Данные, предоставлененые изготовителя смолы или препрега, включены в листы технических данных и поставляются вместе с сырыми смолами или пропитывающими материалами.

6.E.3. «Технология» для производства материалов, получаемых пиролитическим способом путем подачи на пресс-форму, сердечник или другую подложку газовой струи, содержащей вещества, разлагающиеся в диапазоне температур от 1300оС до 2900оС при давлении от 130 Па (1 мм рт. ст.) до 20 кПа (150 мм рт. ст.), включая «технологию» получения газовой среды необходимого состава с определенной скоростью потока, технологическую последовательность и параметры регулирования процесса.

Характер и назначение: Пиролитическое осаждение – это высокотемпературный процесс, используемый для нанесения тонкого, плотного покрытия из металла, керамики или углерода на основание (форму или оправку) при производстве детали. Этот процесс также используется для нанесения покрытия, с целью достижения прочного скрепления между покрытием и основной поверхностью. Цель этих процессов состоит в том, чтобы улучшить стойкость элементов с покрытием или уплотнением к экстремальным условиям эксплуатации критически важных элементов ракет.

Широко известны общие процедуры и методы, используемые при получении конечных продуктов пиролиза и предшествующих им газов. Однако, определенные формулы, процессы и параметры настройки оборудования обычно подбираются опытным путем и считаются запатентованными торговыми секретами данной отрасли. Управляемые данные (технология) могут предоставляться в качестве технической поддержки, включая инструктаж, обучение, практику, помощь в приобретении и консультационные услуги. Технологии физически представлены в качестве чертежей, планов, диаграмм, моделей, формул, технических разработок и требований, руководств и инструкций, записанных на жесткие или другие носители, такие как диски, магнитная лента, CD-ROM, и DVD.

Метод эксплуатации: Технология пиролитического осаждения углерода обычно применяется в небольших лабораториях. Согласно текущим данным, крупномасштабное промышленное производство путем пиролитического осаждения углерода отсутствует. Технология не доступна для свободного распространения и экспорта. Технологии металлического или керамического осаждения более распространены, и доступны для приобретения какой-либо страной несколькими способами. Страна может заполучить технологию благодаря инструктажу, предоставляемому экспертом, знакомым с одним или более контролируемым объектом, который действует в качестве инструктора в классной комнате на (или поблизости от) производственном участке. Страна может получить техническую поддержку от одной или нескольких консультационных служб, которые специализируются на определенном навыке производства или на приобретении машинной техники, инструментов и материалов. Наконец, страна может получить техническую помощь, посылая студентов в другие страны для посещения ими учебных курсов и получения практических навыков, необходимых для строительства и управления требуемыми системами. Любые руководства и материалы, полученные в результате этой помощи, могут быть квалифицированы как технические данные.

Типичные области применения в ракетных технологиях: За некоторыми исключениями, использование этой технологии для постройки ракет или покрытия вставок горла сопла ограничено только этими назначениями.

Другие области применения: Некоторые «технологии» могут иметь применение в военной промышленности или гражданской авиации, в изготовлении красок и инструментов для формирования полурасплавленного стекла, а также нагревательных элементов, распылителей и теплоизоляторов. Эта технология также используется изготовителями особых сортов стекла.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II — Раздел 7

Сохранено для будущего использования

Категория II — Раздел 8

Сохранено для будущего использования

Категория II – раздел 9

Измерительное, навигационное и пеленгаторное оборудование и системы

Категория II – раздел 9: Измерительное, навигационное и пеленгаторное оборудование и системы

9.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

9.A.1. Объединенные в системы бортовые приборы, включающие гиростабилизаторы или автопилоты, разработанные или модифицированные для использования в системах, указанных в позиции 1.A, или 19.A.1, или 19.A.2, и специально разработанные для них элементы.

Характер и назначение: Объединенные в системы бортовые приборы используют множество датчиков, а также инерциальные приборы (акселерометры и гироскопы), чтобы отслеживать курс полета ракетных систем и беспилотных летательных аппаратов. Благодаря сбору и использованию большего количества данных, чем просто инерциальные системы наведения, эти системы очень точны, в то время как дополнительные данные датчика могут позволить использование менее дорогих инерциальных приборов с большими ошибками с временной зависимостью без уменьшения общей точности системы. Изготовители использовали множество названий для объединенных в системы бортовых приборов, включая интегрированные навигационные системы, и такие системы с другими названиями могут также контролироваться согласно позиции 9.A.1.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Испания
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Южная Африка
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Объединенные в системы бортовые приборы собирают и обрабатывают данные в полете от активных и пассивных датчиков, приемников и инерциальных приборов, чтобы отследить курс полета ракеты. Они используют одну из нескольких иерархических схем или схем выбора, чтобы получить наилучшую оценку положения и курса для сравнения с предопределенным курсом полета. Результаты используются, чтобы создать сигналы для управления носителем вдоль намеченного курса полета и вызвать другие предопределенные функции (такие как выпуск "полезной нагрузки ") в их подходящее время.



Рис. 1: Основная часть объединенной системы бортовых приборов крылатой ракеты. (Руководство Litton и системы управления)

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Объединенные системы бортовых приборов – это необходимое оборудование в беспилотных летательных аппаратах, включая крылатые ракеты.

Другие способы использования: Объединенные системы бортовых приборов используются как в гражданской, так и в военной авиации.

Внешний вид (заводской): Объединенные системы бортовых приборов существенно отличаются по размеру и внешнему виду, поскольку они разработаны для различных внутренних конфигураций разных носителей и в них используются различные сочетания подсистем. Системы, разработанные для беспилотных летательных аппаратов, могут иметь размер 0,2 м х 0,2 м х 0,1 м и весить всего 1 кг (см. Рис. 2). Другие, разработанные для крылатых ракет или беспилотных летательных аппаратов больших размеров, могут иметь размер 0,5 м в длину и весить несколько килограммов. Как и системы наведения ракет, управляемые согласно позиции 2.A.1.d., большинство объединенных систем бортовых приборов, управляемых согласно позиции 9.A.1., устанавливаются в металлический (часто алюминиевый) корпус, который часто оснащен съемными панелями доступа. В некоторых случаях компоненты системы могут быть распределены всюду по ракете с некоторыми датчиками и антеннами, расположенными далеко от компьютера и инерциального измерительного блока (ИИБ).





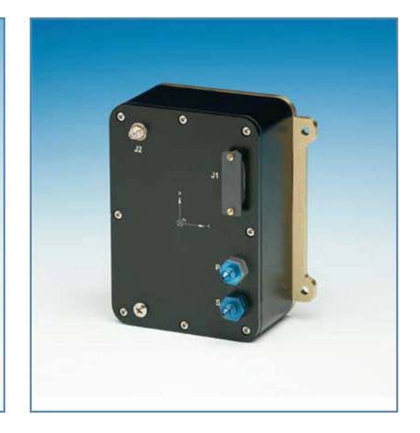


Рис. 2: Выбор интегрированных навигационных систем (INS), разработанных для применения в БЛА. *Слева*: автопилот и система управления задачами для беспилотных летательных аппаратов и других способов военного применения; полностью интегрированная система INS/GPS; и система, включающая в себя полупроводниковые гироскопы, акселерометры, магнитометр и приемник GPS. (Rockwell Collins)

Внешний вид (комплектный): Хотя объединенные в системы бортовые приборы не являются такими хрупкими и дорогими, как некоторые более дорогие системы наведения баллистических ракет, их упаковка обычно является прочной и содержим осушители и воздухонепроницаемые обертки для защиты от влажности. Эти системы обычно поставляются в контейнерах с подушками и ярлыками, указывающими на необходимость в осторожном обращении.

9.A.2. Гироастрокомпасы и другие приборы, предназначенные для определения местоположения или ориентации летательных аппаратов путем автоматического слежения за небесными телами или спутниками, и специально разработанные для них элементы

Характер и назначение: Гироастрокомпасы – это точные блоки чувствительного оптического и электромеханического оборудования, используемого для навигации. Они обеспечивают обновление данных об ориентации в полете и, таким образом, повышают точность навигации.

Метод эксплуатации: Эти устройства используют оптический датчик, чтобы обнаружить отдаленный точечный источник света в известном направлении, обычно полагаясь на звезды, но также и используя спутники, вращающиеся в известных орбитах. Управляющий компьютер сравнивает ожидаемое направление звезды на текущей траектории с ее измеренным направлением и посылает сигналы в систему управления полетом, чтобы внести любые необходимые исправления курса.

- Франция
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Гироастрокомпасы используются в ракетах, которые пролетают часть траектории над атмосферой.

Другие способы использования: Гироастрокомпасы используются в космических зондах и некоторых самолетах, а также на некоторых судах для облегчения навигации.

Внешний вид (заводской): Усовершенствования технологии оптического датчика уменьшили размер и вес таких датчиков, и, вероятно, будут продолжаться в этом направлении. Хотя гироастрокомпасы значительно отличаются по дизайну, оптическим датчикам или телескопам, у всех есть видимая оптическая линза, которая может быть защищена автоматической заслонкой или люком. Многие телескопы устанавливаются в карданном подвесе (то есть, внутри одного или нескольких вращающихся корпусов), и, таким образом, их можно автоматически направить, чтобы определить местонахождение оптического указателя. Обычный блок может измерить меньше, чем полметра, и весить меньше 10 кг. Фотоснимок, сделанный гироастрокомпасом, показан на рис. 3. Компасы без карданного подвеса состоят только из оптического датчика с точными монтажными поверхностями, заслонки и вспомогательной электроники. Их металлические корпуса часто измеряют только 5 - 7 см в сторону и весят приблизительно 0,5 кг.



Рис. 3: Гироастрокомпас с высокой разрешающей способностью. (Litton Alenia Difesa)

Внешний вид (комплектный): Поскольку гироастрокомпасы являются тонкими механизмами, они обычно упаковываются в прочные контейнеры для морских перевозок, которые предотвращают повреждения, вызванные влажностью и умеренным ударом. Обычно на контейнерах для морских перевозок установлены предупреждающие ярлыки, указывающие на то, что в них содержатся дорогостоящие изделия чувствительного оптического, электрического или механического оборудования.

9.A.3. Линейные акселерометры, разработанные для использования в инерциальных навигационных системах или в системах наведения всех типов, используемых в системах, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, и специально разработанные для них элементы, имеющие все нижеследующие характеристики:

a. «стабильность» «масштабного коэффициента» менее (лучше) 1250 частей на миллион; и
b. «стабильность» «смещения» менее (лучше) 1250 микро g.

Примечание:
По позиции 9.A.3. не контролируются акселерометры, специально спроектированные и разработанные как датчики измерений при бурении для использования при эксплуатации нисходящих скважин.

Технические примечания:
1. «Смещение» определяется как выходной сигнал акселерометра в отсутствие приложенного ускорения.
2. «Масштабный коэффициент» определяется как отношение изменения величины выходного сигнала к изменению величины входного сигнала.
3. «Смещение» и «масштабный коэффициент» измеряются как стандартная девиация (одна сигма) вариации параметра относительно фиксированной калиброванной величины на протяжении периода в один год.
4. «Стабильность» определяется согласно стандарту IEEE 528-2001 следующим образом: «Совпадение результатов многократных измерений одной и той же переменной в одних и тех же рабочих условиях, когда в промежутках между замерами произошли изменения в рабочем режиме или имели место периоды бездействия».

Характер и назначение: Акселерометры — это чувствительные детали электромеханического оборудования, используемого при измерении ускорения, которое является показателем изменения скорости в определенном направлении. Ускорение присутствует, во-первых, чтобы обеспечить скорость, а, во-вторых, чтобы обеспечить расстояние от точки начала или запуска.



Рис. 4: Этот акселерометр используется во многих коммерческих и военных бесплатформенных инерциальных навигационных системах. (Honeywell)

Точность ракеты непосредственно зависит от качества акселерометров ракеты и гироскопов. Ракеты, которые летят в течение длительного времени без внешних обновлений, требуют наличия высококачественных акселерометров. Ракеты, в которых используются системы с датчиками, например, приемники глобальной системы позиционирования (GPS), привязки к звездам или соответствующие ландшафту датчики, для внесения исправлений при полете, могут использовать акселерометры более низкого качества. Большая часть стоимости высокоточных акселерометров следует из комплексного тестирования калибровки, которое необходимо выполнять на каждом блоке.

Метод эксплуатации: Акселерометры получают электроэнергию, ускорение чувствительности и предоставляют информацию об измерении в виде электрического сигнала. Информация от акселерометра, наряду с информацией о времени, местной силе тяжести, ориентации и, возможно, другими измерениями, позволяет оценить скорость носителя, направление и положение системами наведения или объединенной системой бортовых приборов. Существует

несколько разных типов акселерометров, каждый из которых имеет собственный метод работы.

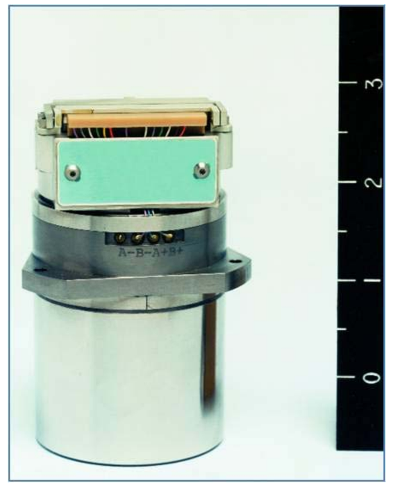
Много подвесных акселерометров (их часто называют акселерометрами баланса силы, силы для баланса или силы повторного балансирования) используют маленький вес на гибком стержне, который поддерживается против сил тяжести и ускорения магнитным полем. Существуют многочисленные варианты этого дизайна, но принципы остаются сходными. Небольшой вес удерживается в нулевом положении электромагнитом. Поскольку ускорение изменяется, вес перемещается, и схема управления меняет ток в электромагните, чтобы вернуть вес в нулевое положение. Величина тока, требуемого для этого перемещения или повторной балансировки пропорциональна ускорению.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Норвегия
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Франция
- Индия
- Италия
- Северная Корея
- Пакистан
- Южная Африка

Глобальное производство

Гироскоп с вращающейся массой с неуравновешенной массой, добавленной вдоль его оси вращения, может использоваться как акселерометр. Гироскоп вращается вокруг оси перпендикулярно оси вращения со скоростью, пропорциональной ускорению, включая силу тяжести. Сумма этих вращений служит механической интеграцией ускорения, чтобы обеспечить мощность, пропорциональную скорости, а не ускорению. Акселерометры этого типа известны как интегрирующие подвесные гироскопические акселерометры (PIGAs). Акселерометры PIGA могут быть очень дорогими, и они использовались в некоторых наиболее точных системах баллистических ракет большой дальности.

Существуют также другие конструкции акселерометра, в частности акселерометры с вибрирующим элементом, которые отличаются напряжением и частотой вибрирующего элемента. Акселерометры с чипом используют гибкую часть полупроводника микросхемы, чтобы изменить электрическое сопротивление и создать электрическую мощность. Акселерометры этого типа не отличаются высокой производительностью, но работы по их модернизации будут продолжены, поскольку существует возможность существенного сокращения стоимости. Такие современные акселерометры уже используются в инерциальных измерительных блоках, для которых требуется меньшая степень точности.



Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Акселерометры используются в системах наведения ракет или объединенных системах бортовых приборов. Обычно, три акселерометра, установленных перпендикулярно друг к другу, предоставляют всю информацию об измерении ускорения, необходимую для инерциальной навигации. Они могут быть установлены в конструкции карданного подвеса (см. 2.A.1.d.), установленной в плавающем шаре или прикрепленной (стянутой) к конструкции ракеты. В сочетании с гироскопами они образовывают ИИБ или инерциальный датчик (ИД). В зависимости от требований к заданию, некоторые беспилотные летательные аппараты, включая крылатые ракеты, могут обходиться только одним или двумя акселерометрами.

Рис. 5: Интегрирующий подвесной гироскопический акселерометр (PIGA) рядом с дюймовой шкалой. (The Charles Stark Draper Laboratories, Inc.)

Другие способы использования: Акселерометры используются как в гражданской, так и в военной авиации, в нагрузочных испытаниях при бурении нефтяных скважин, как инерциальные навигаторы в автомобилях и других наземных транспортных средствах, а также в электронном оборудовании, гравитометрах, робототехнике и прогулочных экипажах ("американские горки"). Однако большинство этих способов

использования не требует высокой стабильности и четко откалиброванной точности высокоточных акселерометров.

Внешний вид (заводской): Акселерометры существенно отличаются по внешнему виду, поскольку существует много вариантов дизайна. Обычно они являются цилиндрическими, металлическими и блестящими благодаря точной обработке на станке. Большие акселерометры, используемые в баллистических ракетах, имеют длину в несколько сантиметров и могут весить до нескольких килограммов. Акселерометры, используемые в беспилотных летательных аппаратах, включая крылатые ракеты, меньше и легче. Они могут измерять только на несколько сантиметров в сторону и весить меньше килограмма. У многих акселерометров РКРТ имеются высококачественные подключения к электросети и монтажные поверхности высокой точности для точного выравнивания. Многие акселерометры являются запечатанными с завода приборами, которые обычно не разбираются и даже не открываются для обслуживания клиентом. Серийный номер и номер модели на внешней части акселерометра должны отображаться в соответствующей документации, которая содержит информацию о точности.



Рис. 6: Этот акселерометр характеризуется очень высокой инерциальной производительностью навигации и главным образом применяется навигации космического корабля и системах управления. (Honeywell)

Отличить акселерометры, управляемые РКРТ, от других акселерометров путем визуального осмотра непросто, поскольку несмотря на различие уровней производительности разных моделей акселерометров, они идентичны по виду. Важную информацию, уникальную для каждой модели акселерометра и акселерометра с серийным номером, можно получить в соответствующей документации (часто именуемой тарировочной картой или данными калибровки) вместе с порогом g и ошибкой линейности. Главным фактором, который делает акселерометр достаточно точным для использования в сложных системах наведения ракет, является исчерпывающее тестирование, необходимое для сбора данных калибровки. Таким образом, подробности и величина калибровки и данные моделирования ошибки, связанные с каждым акселерометром, являются основными индикаторами для того, чтобы определить использование акселерометра для ракет.

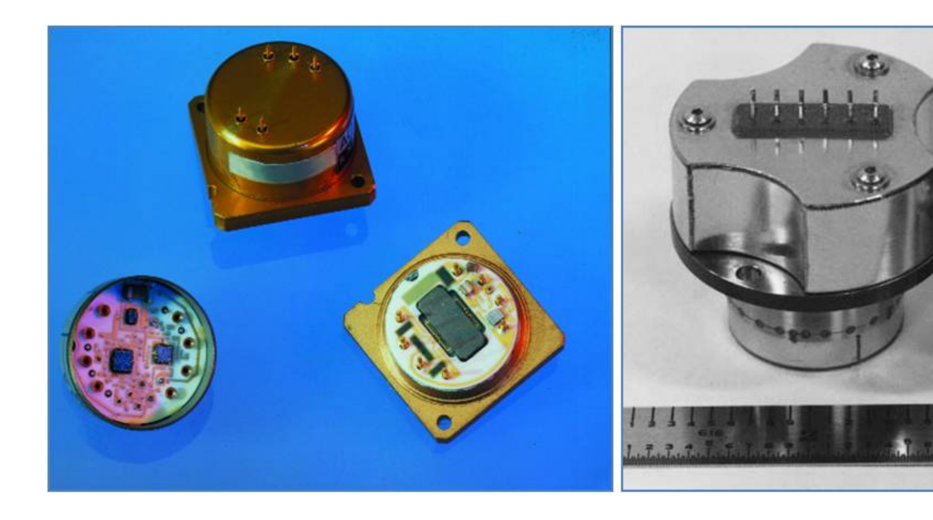


Рис. 7: *Слева*: Акселерометр с интегральной схемой. (Litton Sextant Avionique) *Справа:* Два акселерометра перебалансировки силы, которые можно создать с любыми возможностями по производительности, имеющими широкий диапазон. (Lockheed Martin Federal Systems)

Внешний вид (комплектный): Поскольку они разработаны, чтобы быть чувствительными к ускорению, высокоточные акселерометры уязвимы к повреждению вследствие относительно незначительного воздействия. Они обычно защищаются от физического удара маленькими, высококачественными пакетами с толстой пенной набивкой, повторяющей контур. Пакеты очень напоминают упаковку для дорогих карманных часов. При доставке один или несколько таких специальных ящиков упаковываются в еще один ящик или другой контейнер с подушкой. Документация относительно точности каждой модели акселерометра и его серийного номера обычно содержится в его упаковке.

9.A.4. Все типы гироскопов, используемые в системах, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, с номинальной (паспортной) стабильностью скорости дрейфа менее 0,5ов час (1 сигма или среднеквадратичное значение) при нормальной силе тяжести, и специально разработанные для них элементы

Технические примечания:
1. «Скорость дрейфа» определяется как компонент выходного сигнала гироскопа, который функционально независим от крутящего момента на входе и выражается в угловых градусах. (Стандарт ИЕЕЕ 528-2001, пункт 2.56).
2. «Стабильность» определяется как показатель способности конкретного механизма или КПД оставаться неизменным, постоянно находясь в заданных рабочих условиях. (Это определение не касается динамической стабильности и стабильности сервосистемы.) (Стандарт ИЕЕЕ 528-2001, пункт 2.247).

Характер и назначение: Гироскопы являются чувствительными деталями электромеханического или электрооптического оборудования, которое измеряет вращение вокруг одной или нескольких чувствительных осей. Гироскопы обычно устанавливаются с акселерометрами в систему наведения или объединенную систему бортовых приборов. Они измеряют любое изменение угла разворота акселерометров, так, чтобы было известно направление измерений акселерометра. Один из самых важных параметров производительности – стабильность скорости дрейфа, которая обычно измеряется в долях градуса в час. Это определяет то, как быстро гироскоп теряет знание своей ориентации. Для гироскопов, используемых в бесплатформенных системах наведения, стабильность масштабного коэффициента – фактора, связывающего ощущаемую скорость вращения или угол и выходной сигнал гироскопа – также важна.

Точность ракеты непосредственно зависит от качества акселерометров и гироскопов ракеты. Ракеты, которые летят в течение длительного времени без внешних обновлений, требуют наличия высококачественных гироскопов. Ракеты, в которых используются системы с датчиками, например, приемники глобальной системы позиционирования (GPS), привязки к звездам или соответствующие ландшафту датчики, для внесения исправлений при полете, могут использовать гироскопы более низкого качества. Большая часть стоимости высокоточных гироскопов следует из комплексного тестирования, которое необходимо выполнять на каждом блоке.

- Австрия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Швеция

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Гироскопы измеряют угловые смещения (изменения в ориентации) и предоставляет информацию об измерении в виде некого электрического сигнала. Информация об ориентации от гироскопов, наряду с информацией о времени, местной силе тяжести, ускорении и, возможно, других измерениях, позволяет оценить скорость, направление и положение носителя с помощью системы наведения или объединенной системы бортовых приборов. Существует несколько разных типов гироскопов, каждый из которых имеет свой метод работы. В большинстве инерциально управляемых ракет используются гироскопы с вращающейся массой или электрооптические гироскопы.

Гироскопы с вращающейся массой содержат вращающийся диск и работают по гироскопическому принципу, в то время, как измеряемый вращающий момент создается перпендикулярно угловому возмущению. Есть два общих типа гироскопов с вращающейся массой. Гироскопы с одной степенью свободы (SDF) измеряют вращение вокруг только одной оси, в то время как свободные гироскопы (TDF) измеряют вращение вокруг двух осей. Поскольку для систем наведения ракет обычно требуется знание ориентации для всех трех осей, необходимы три гироскопа SDF, но только два гироскопа TDF (одна ось будет избыточна).

У гироскопа SDF имеется вращающаяся масса, подвешенная через ось внутри цилиндра, который плавает внутри еще одного немного большего цилиндра, установленного на направляющей платформе. Во многих конструкциях внутренний цилиндр плавает в жидкости, в то время, как в других конструкциях он подвешен с помощью газообразного потока. Вращения плавающего внутреннего цилиндра связаны, чтобы ввести изменения ориентации, вызванные гироскопическим эффектом вращающейся массы. Измерение этих вращений или измерение силы, необходимой для предотвращения этих вращений, являются результатом гироскопа SDF.

Наиболее широко используемым гироскопом TDF является динамически настроенный гироскоп (DTG). Он не использует жидкость для плавания, поэтому его иногда называют "сухим" настроенным гироскопом. У гироскопа DTG имеется подвешенная вращающаяся масса на сложном блоке на гибком стержне в карданном подвесе. Это чрезвычайно точное универсальное соединение. Сложный узел шарнирного крепления настраивается таким образом, чтобы его ошибочные вращающие моменты отменялись на одной определенной скорости, часто выше 10 000 оборотов в минуту. Гироскопы DTG нуждаются в очень хорошем регулировании скорости, чтобы работать надежно на настроенных оборотах в минуту. Более старые типы гироскопов TDF состоят из серии механических карданных подвесов, которые изолируют вращающийся ротор от корпуса. Используется угловое положение вращающейся массы относительно корпуса, чтобы измерить изменения ориентации платформы.



Рис. 8: Этот динамически настроенный гироскоп (DTG) используется во многих военных объектах, включая инерциальные блоки измерения (ИИБ) и системы наведения тактических ракет. (Northrop Grumman)

Электрооптические гироскопы производят противовращающиеся лучи лазерного света вокруг закрытого пути, чтобы сформировать картину интерференции, которая воспринимается датчиком. Когда происходит вращение вокруг оси не в замкнутом контуре самолета, различие в эффективной длине соответствующих путей создает относительный сдвиг картины интерференции. Этот сдвиг (известный как эффект Саньяка) наблюдается датчиком, который обеспечивает мощность, пропорциональную вращению гироскопа.

Есть два общих типа оптических гироскопов: кольцевой лазерный гироскоп (RLG) и оптоволоконный гироскоп (FOG). Существует также несколько вариантов каждого из них. Гироскопы RLG создают свои лучи противовращения лазерного света внутри газовых труб, которые являются полостями, настроенными в закрытом многоугольном пути, часто треугольном, но иногда четырех- или пятистороннем. Эти полости делаются в стекле с почти нулевым тепловым расширением для более высокой точности. Гироскопы FOG используют длинные шпульки оптоволоконного кабеля, чтобы нести противовращающиеся лучи.



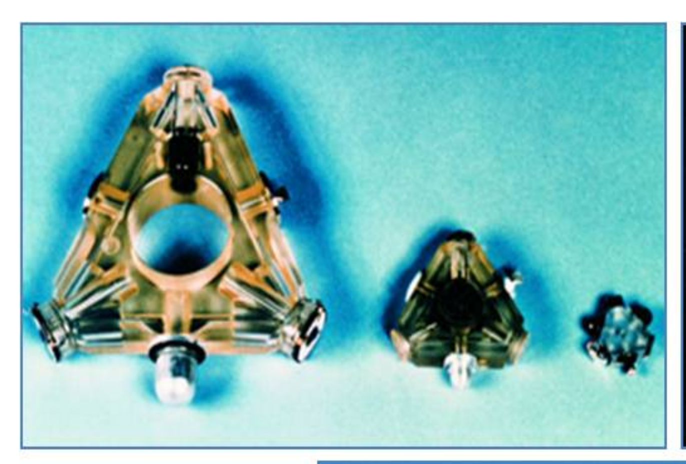
Рис. 9: FOG (*слева*), RLG (*по центру*) и акселерометр (*справа*). («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))



Рис. 10: Динамически настроенный гироскоп (DTG). (The Charles Stark Draper Laboratories, Inc.)



Рис. 11: Гироскоп с вибрирующей конструкцией. (British Aerospace Ltd.)



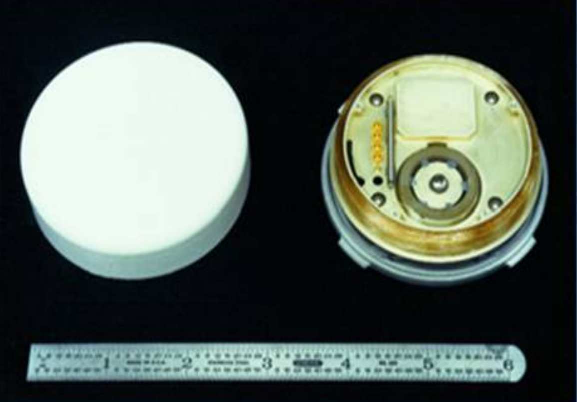




Рис. 12: *Вверху слева:* три выставленных кольцевых лазерных гироскопа без соответствующей электроники. (Honeywell) *Вверху справа:* оптоволоконный гироскоп со снятой верхней частью. (Honeywell) *Основание:* оптоволоконный гироскоп для измерения скорости. Размер: 2 см x 6,5 см x 8 см. (LITEF)

Важное различие между гироскопами RLG и FOG – то, что катушка оптоволоконного кабеля дает гироскопу FOG намного более длинную оптическую длину пути и, по крайней мере теоретически, лучшую точность. На практике, однако, это усовершенствование нивелируется недостатками оптоволоконного кабеля и кабельных интерфейсов.

Гироскопы FOG разработаны как одноосные гироскопы, поэтому для большинства ракет, которые используют их, будет необходимо три гироскопа, чтобы следить за вращением вокруг всех трех осей; то же самое касается одно-кольцевых гироскопов RLG. Иногда используются многоосные гироскопы RLG, которые содержат три или больше колец в одном стеклянном блоке; только один такой блок будет необходим системе наведения.

Другие типы гироскопов включают полукруглый резонирующий гироскоп, который устанавливает и контролирует постоянную волну вибрации в полукруглой лунке (напоминает небольшой бокал). Есть также конструкции, похожие на небольшие настраиваемые вилки, которые работают на основе метода, использующего силу Кориолиса. Однако любой гироскоп, способный соответствовать спецификациям РКРТ, управляется независимо от метода работы.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Гироскопы используются в системе наведения ракеты или объединенной системе бортовых приборов, чтобы измерить изменения в ориентации акселерометра. Конструкции могут использовать два, три или четыре гироскопа. Они обычно устанавливаются перпендикулярно друг другу, чтобы предоставить информацию угловых измерений по всем трем осям. Они могут использоваться в структуре карданного подвеса (см. пункт 2.A.1.d.), установленного в плавающем шаре, или крепиться к блоку, который в свою очередь прикрепляется к корпусу ракеты в бесплатформенной конфигурации. В сочетании с акселерометрами они составляют IMU или ISA.

Другие способы использования: Гироскопы используются в неракетных системах наведения, объединенных системах бортовых приборов, гиростабилизаторах, автоматических автопилотах и в навигационном оборудовании. Военные способы применения включают артиллерию, резервуары, суда и авиацию. Коммерческие способы использования включают суда, самолеты и бурение нефтяных скважин. В большинстве неракетных способов использования гироскопы могут быть меньшими, более дешевыми и менее сложными, потому что рабочая среда и требования к точности обычно менее жесткие.

Внешний вид (заводской): Современные гироскопы SDF могут быть 5–8 см в диаметре и 8–12 см в длину и весить до 1 кг. Гироскопы DTG являются обычно цилиндрическими с диаметрами 4–6 см и длиной 4–8 см, и вообще весят меньше чем 1 кг. Более старые гироскопы могут быть несколько большими, приблизительно в два раза больше по размеру, чем новые гироскопы, и весить несколько килограммов. Гироскопы, используемые в БЛА, включая крылатые ракеты, могут быть намного меньше и легче, возможно, имея вес только десятки граммов.



Рис. 13: Тактическая инерциальная система измерения является высокоэффективным оптоволоконным датчиком движения, используемым в наведении БЛА и навигационных системах. (KVH)

У многих гироскопов, регулируемых РКРТ, есть точные монтажные поверхности для точного выравнивания и высококачественных подключений к электросети. Поскольку существует много конструкций, внешний вид гироскопа может существенно отличаться. Гироскопы с вращающейся массой являются обычно цилиндрическими, металлическими, тяжелыми для их размера и блестящими благодаря высокоточной обработке на станке.

Отдельные оптические гироскопы обычно подобны подушке и устанавливаются в низкопрофильном, запечатанном ящике. Блок гироскопа RLG с тремя кольцами, скорее всего, будет кубическим и от 4 до 10 см на стороне. Он может весить от долей килограмма до свыше килограмма. Некоторые варианты дизайна единственной оси напоминают цилиндры с диаметрами больше 20 см. Некоторые варианты дизайна гироскопа FOG имеют только 2–4 см в диаметре, содержат волокно в несколько сотен метров длиной и весят доли килограмма.

Управляемые РКРТ и неуправляемые гироскопы могут выглядеть идентично. Важная информация, уникальная для каждого образцового и последовательно-пронумерованного гироскопа, может быть получена из соответствующей документации (лист калибровки или данные калибровки), включая стабильность нормы дрейфа. Как с акселерометрами, исчерпывающее тестирование, необходимое, чтобы собрать эти данные калибровки, является существенной частью того, что делает гироскоп достаточно точным для использования в системе наведения ракет. Таким образом, детали и величина калибровки и ошибки моделирования данных, связанные с каждым гироскопом, важны по отношению к определению связанного с ракетой использования гироскопа. Данные калибровки обычно содержат регистрационный номер, который видим на гироскопе.

Внешний вид (комплектный): Гироскопы с вращающейся массой уязвимы к повреждению от удара, но оптические гироскопы являются довольно крепкими. Гироскопы с вращающейся массой упаковываются в высококачественные контейнеры с подушками. Оптические гироскопы не нуждаются в таком большом количестве материала амортизации в пакете, но они, вероятно, будут, все еще отправлены в высококачественных пакетах, типичных для дорогих электронных инструментов и датчиков.

9.A.5. Акселерометры или гироскопы любого типа, разработанные для использования в инерциальных навигационных системах или в системах наведения всех типов и предназначенные для функционирования при ускорениях более 100 g, и специально разработанные для них элементы.

Примечание:
Позиция 9.A.5 не охватывает акселерометры, которые предназначены для измерения вибрации или ударного воздействия.

- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Северная Корея
- Пакистан
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Акселерометры и гироскопы, определенные, чтобы функционировать на уровнях ускорения, больше чем 100 g, являются специальной категорией акселерометров и гироскопов, которые могут включать пункты 9.A.3. и 9.A.4., соответственно. Эти устройства производят непрерывные сигналы по всем техническом диапазоне и предназначены, чтобы работать при экстремальных ускорениях, превышающих 100 g. Все указанные приборы управляются согласно этому пункту независимо от спецификаций производительности. Их цель состоит в том, чтобы предоставить данные инерциальных приборов при жестких ускорениях, подобных возвращаемым аппаратам, во время предотвращения защиты и возвращаемого замедления. Эти приборы могут также использоваться как часть системы подрыва. Никакие спецификации точности не включаются, потому что приборы со значительно более низкой точностью могут использоваться из-за относительно короткого периода операции.

Метод эксплуатации: Эти инерциальные приборы работают почти таким же способом, как и

приборы, описанные в пунктах 9.A.3. и 9.A.4., но они имеют повышенную прочность и имеют расширенный эксплуатационный диапазон (превышающий 100 g).

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Эти акселерометры могут использоваться как плавкие предохранители в возвращаемых аппаратах. Непрерывные акселерометры мощности и гироскопы используются в системах наведения, которые регулируют маневрирование возвращаемых аппаратов, поскольку они уклоняются от защиты или неизбежно направляются к цели. Такие акселерометры и гироскопы довольно точны и, вероятно, радиационно-упрочнены. Акселерометры непрерывной мощности, пригодные для 100 g, также используются в механизмах подрыва и взрыва для крылатых ракет с проникающими боеголовками.



Рис. 14: Акселерометр с интегральной схемой, допускаемый для использования в условиях свыше 100 g. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Другие способы использования: Акселерометры и гироскопы, способные работать в среде 100 g, могут использоваться в управляемых боеприпасах, таких как мины артиллерии. Такие акселерометры также используются в лабораториях для тестов высокого уровня g, которые требуют непрерывной мощности.

Внешний вид (заводской): Акселерометры могут выглядеть идентично, как в пункте 9.A.3. Подобным образом, гироскопы, определенные, чтобы функционировать на уровнях, больше чем 100 g, могут также быть фактически идентичными по внешности гироскопам, описанным в пункте 9.A.4. Все они обычно являются цилиндрическими или подобны подушке с высокоточными монтажными фланцами и высококачественными электрическими соединителями. Поскольку меньшие приборы по существу более терпимы к g, они, скорее всего, меньше, чем большинство других акселерометров и гироскопов. Есть даже миниатюрные акселерометры с высоким уровнем g, объединенные в элементы цепи.

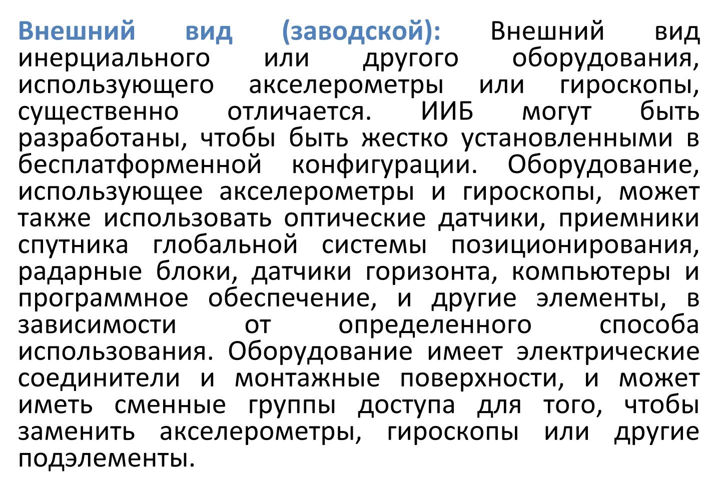
Внешний вид (комплектный): Из-за упрочненной конструкции эти приборы не нуждаются в специальном обращении. Они поставляются как небольшие элементы оборудования. Документация относительно эксплуатационного диапазона g для каждой модели и последовательно-пронумерованного блока обычно содержится в упаковке.

9.A.6. Инерциальное или другое оборудование, включающие акселерометры, указанные в позиции 9.A.3 или 9.A.5, либо гироскопы, указанные в позиции 9.A.4 или 9.A.5, а также системы, включающие такое оборудование, и специально разработанные для них элементы

Характер и назначение: Этот пункт приложения РКРТ гарантирует, что любой из акселерометров и гироскопов, контролируемый согласно Разделу 9, остается контролируемым, когда они являются компонентами большего блока, используемого для навигации и пеленгации. Примеры таких блоков включают ИИБ и системы наведения в сборе, не контролируемые согласно пункту 2.A.1.d. Любая инерциальная система, подсистема или другое оборудование контролируются как Категория II согласно этому пункту, если она содержит один или несколько пунктов 9.A.3., 9.A.4. или 9.A.5.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это оборудование используется в системах наведения и объединенных системах бортовых приборов для баллистических ракет и крылатых ракет, как описано в пунктах 2.A.1.d. и 9.A.1.

Другие способы использования: Это оборудование может также использоваться в системах наведения и навигации для всей дальности космического полета, авиации, преобразования силы тяжести, океанской навигации, навигации на земле и бурения скважин.



Внешний вид (заводской): Внешний вид инерциального или другого оборудования, использующего акселерометры или гироскопы, существенно отличается. ИИБ могут быть разработаны, чтобы быть жестко установленными в бесплатформенной конфигурации. Оборудование, использующее акселерометры и гироскопы, может также использовать оптические датчики, приемники спутника глобальной системы позиционирования, радарные блоки, датчики горизонта, компьютеры и программное обеспечение, и другие элементы, в зависимости от определенного способа использования. Оборудование имеет электрические соединители и монтажные поверхности, и может иметь сменные группы доступа для того, чтобы заменить акселерометры, гироскопы или другие подэлементы.

Они отличаются по размеру и весу в зависимости от способа использования. ИИБ, показанный на рис. 15, имеет высоту 8 см и только 8,5 см в диаметре, а весит 750 г.

Внешний вид (комплектный): Поскольку много акселерометров и гироскопов являются по существу тонкими, они упаковываются в прочные контейнеры для морских перевозок с амортизацией и изоляцией, чтобы препятствовать повреждению от удара и влажности. Контейнеры могут быть деревянными, металлическими или пластмассовыми с пенным амортизатором. На пакетах для морских перевозок, вероятно, будут предостерегающие ярлыки, обычно используемые на контейнерах дорогостоящих блоков чувствительного электрического или механического оборудования.





Рис. 15: Инерциальный измерительный блок (IMU) использует инерциальные оптоволоконные гироскопы (FOG) и акселерометры с микрообработкой и используется в космической стабилизации, наведении ракет, БЛА и управлении полетами. (Northrop Grumman)

9.А.7. Интегрированные навигационные системы, разработанные или модифицированные для систем, указанных в позициях 1.А, 19.А.1 или 19.А.2, и способные обеспечить навигационную точность для достижения КВО, равного 200 м или менее.

Техническое примечание:
Интегрированная навигационная система обычно объединяет все следующие элементы:
a. инерциональное измерительное устройство (например, система определения ориентации и направления полета, инерциальный блок отсчета или инерциальная навигационная система);
b. внешний датчик (один или более) для получения информации от внешних ориентиров, используемый для обновления данных о местоположении и/или скорости, периодически или постоянно в течение всего полета (например, спутниковый навигационный приемник, радиолокационный высотомер и/или доплеровский радар); и
c. интегрирующее оборудование и программное обеспечение.
Информация об интегрирующем «программном обеспечении» содержится в позиции 9.D.4.

- Аргентина
- Бразилия
- Дания
- Германия
- Израиль
- Япония
- Южная Корея
- Швейцария
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты
- Австралия
- Китай
- Франция
- Индия
- Италия
- Российская Федерация
- Швеция
- Украина

Глобальное производство



Характер и назначение: Интегрированные навигационные системы состоят из датчиков обновления с низкой скоростью (например: приемник GPS, 1-20 Гц) и датчиков распространения с высокой скоростью (например, инерциальные компоненты, 50–1000 Гц), чтобы обеспечить надежное положение, скорость и решение для отношения несущей платформы. Программное обеспечение обработки может работать на одном из процессоров датчика или на внешней вычислительной платформе.

Датчики обновления и распространения удовлетворяют различным целям и имеют дополнительные характеристики погрешностей. Датчики обновления, такие как GPS, радарные высотомеры и радары Доплера, производят решения по позиционированию и/или скорости прямым измерением, и каждое решение содержит независимый уровень погрешности. Датчики распространения, такие как инерциальные компоненты (то есть, акселерометры и гироскопы), измеряют возрастающие изменения в скорости и отношении, которое должно быть объединено, чтобы произвести сравнения с датчиками обновления.

Датчики распространения обеспечивают основу для решения для отношения, поскольку они измеряют изменения отношения относительно инерциального пространства. Датчики обновления не в состоянии обеспечить мгновенное измерение отношения.

Существуют различные виды инерциальных компонентов измерения, которые соответствуют требованиям для скорости датчика обновления. Инерциальные системы для защиты типично группируются в тактические, навигационные и морские виды и дифференцируются, главным образом, качеством компонентов их гироскопа.

Метод эксплуатации: Перед предоставлением решения навигации необходимо выровнять инерциальную платформу. Это – процесс, позволяющий уточнить оценку отношения, чтобы соответствовать оценке несущей платформы относительно местной горизонтальной навигационной структуры. Предполагается, что повышающиеся углы навигационной системы

относительно несущей платформы известны и не должны быть оценены. В зависимости от несущей платформы, это может быть достигнуто через статический, мобильный процесс или процесс выравнивания передачи.

Во время статического выравнивания гироскопическое ориентирование (то есть измерение скорости вращения земли) используется, чтобы найти угол отклонения от курса, и акселерометры используются, чтобы определить углы продольного и поперечного крена. С выравниванием в движении погрешности в инерциально-полученной оценке отношения уменьшаются при сравнении распространенного инерциального навигационного решения с системы обновления через несколько эпох измерения. Наконец, для переносимого оружия выравнивание передачи может использоваться, чтобы копировать решение для отношения носителя (от его навигационной системы) к платформе оружия.



Рис. 16: Внутренний инерциальный измерительный блок (IMU) и GPS. (Northrop Grumman)

Как только решение инерциального отношения сойдется, измерения акселерометра механизируются со скоростью инерциального распространения от их структуры координаты измерения до структуры навигации локального уровня. Преобразованные измерения ускорения тогда объединяются, чтобы вызвать возрастающее изменение скорости, и объединяются снова, чтобы вызвать возрастающее изменение положения в пределах навигационной структуры.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Интегрированные навигационные системы используются в БЛА и некоторых системах баллистических ракет. Известными примерами являются баллистические ракеты, запущенные из подводной лодки, которые включают интегрированные инерциальные измерительный блок со звездообразными датчиками, или ракеты класса "Земля–Земля", которые используют приемники GPS.



Рис. 17: Внутренний инерциальный измерительный блок (ИИБ) и GPS с лазерным гироскопом (*вставка*). (Northrop Grumman)

Другие способы использования: Интегрированные навигационные системы удовлетворяют многим целям за пределами операций, основанных на использовании ракет. Они обычно используются в гражданской и военной авиации. Они также используются в наземных транспортных средствах, которые эксплуатируются пределах города, где им, вероятно, придется иметь дело со сбоями системы GPS или намеренными/неумышленными помехами RF. Интегрированная навигационная система может зависеть от инерциального решения между редко доступными обновлениями GPS.

Удаленно управляемые носители (RPV) также используют интегрированные навигационные системы. Они могут поддаться воздействию сложных динамических условий и помех, которые могут временно вывести из строя спутниковый навигационный приемник.

Поскольку интегрированная навигационная система предоставляет надежное решение для положения, летательные аппараты, для которых требуются точное местоположение и угол наведения датчика (например, фотограмметрия, радар), могут иметь эту способность как часть системы навигации аппарата или как отдельный блок.

Подводные носители с инерциальными компонентами для судостроения могут периодически использовать интегрированную навигационную систему при всплытии, чтобы получить

обновления GPS. Со временем период обновления зависит от качества используемых инерциальных датчиков и необходимой точности решения навигации.


Рис. 18: Внутренний инерциальный измерительный блок (ИИБ) и GPS. (Honeywell)

Внешний вид (заводской): Компоненты интегрированной навигационной системы (например. приемник GPS, инерциальные компоненты и аппаратные средства/обработка интеграции), обычно устанавливаются в прочные(упрочненные) корпусы с несколькими видимыми снаружи соединителями. Эти соединители обеспечивают входы для мощности и антенн и выходы для системы наведения или отображения. Линейный размер наиболее длинного корпуса обычно составляет меньше одного фута (30 см). Приемник GPS или инерциальный измерительный блок (IMU) может располагаться вне корпуса аппаратных средств/программного обеспечения интеграции, в зависимости от способа использования.

Внешний вид (комплектный): Интегрированные навигационные системы поставляются в металлических или пластмассовых ящиках или в обитых картонных коробках. Внешние кабели и антенны могут быть включены в поставку в зависимости от используемой платформы.

9.A.8. Трехосевые магнитные датчики курса, имеющие все следующие характеристики, и специально разработанные для них элементы:

a. внутренняя коррекция отклонения по тангажу (+/-90 градусов) и крену (+/-180 градусов)

b. способность обеспечивать измерение азимута с точностью лучше (менее), чем 0,5 градуса на широтах +/-80 градусов с опорой на местное магнитное поле; и

c. разработаны или модифицированы для использования в системах управления полетом и навигационных системах.

Примечание:
Системы управления полетом и навигационные системы, охватываемые в позиции 9.A.8, включают в себя гиростабилизаторы, автопилоты и инерциальные навигационные системы.

- Финляндия
- Израиль
- Швейцария
- Соединенные Штаты
- Франция
- Нидерланды
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Характер и назначение: Датчики магнитного направления с тремя осями измеряют магнитное поле земли в трех ортогональных составляющих. Это поле направлено от южного магнитного полюса к северному магнитному полюсу, является вертикальным (большой угол наклона) возле магнитных полюсов и горизонтальным (малый угол наклона) возле экватора. Эти датчики получают угол направления из горизонтальной составляющей местного магнитного поля. Возле полюсов точное измерение направления затруднено, поскольку у магнитного поля есть только небольшая горизонтальная составляющая.

После вычисления магнитного курса пользователь или способ применения может предпочесть выбрать истинный север, а не магнитный. Это поправка на склонение вычисляется как функция позиционирования и времени из различных глобальных моделей.

Метод эксплуатации: Общим типом магнитного датчика, используемого в навигационных целях, является магнитоустойчивый (MR) датчик. Этот датчик состоит из тонких полос пермаллойя (магнитная пленка NiFe), электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от изменения в применяемом магнитном поле. Эти датчики имеют четко определенную ось чувствительности и массово производятся как интегральная схема.

Из-за железных материалов, присутствующих в структуре несущего транспортного средства, и электрических систем, измеренное магнитное поле от настоящего магнитного поля. Смещения из-за магнитных полей, создаваемых постоянными магнитами и электрическими компонентами, считаются "твердыми" и могут быть смоделированы как постоянные уклоны. Смещения, которые зависят от ориентации платформы, считаются "мягкими". Если платформа может физически вращаться, твердые и мягкие погрешности можно оценить и сохранить в таблицах калибровки. Кроме того, некоторые системы используют самопроизведенное, переменное магнитное поле, чтобы выполнить этот шаг калибровки на месте. Перед калибровкой погрешности предполагается, что повышающиеся углы осей датчика магнитометра известны относительно осей носителей.



Рис. 19: Это – высокоточный автономный датчик магнитного курса. (KVH)

Подобно бесплатформенным инерциальным измерительным блокам, трехосный магнитометр с помощью электроники крепится в карданном подвесе к локальной горизонтальной структуре. Это достигается после измерения продольного и поперечного крена носителя с помощью трехосного акселерометра или дополнительной навигационной системы. После этого угол направления выделяется из двух горизонтальных компонентов магнитного поля.



Рис. 20: Этот стабилизированный гироскопом магнитный модуль компаса использует магнитные датчики направления с тремя осями. (Honeywell)

Компенсация гироскопа также иногда используется, чтобы позволить измерение жесткого направления, в то время как несущее транспортное средство, возможно, подвергается действию переходных магнитных аномалий.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Беспилотные летательные аппараты (БЛА) могут использовать измерение направления от магнитных датчиков в навигационных целях, поскольку они летят между ориентирами. Магнитные датчики также используются в лазерных искателях, выравнивании антенны, и могут также быть объединены с глобальной системой позиционирования (GPS)/инерциальными навигационными системами для использования в ракетах. Эти датчики служат дополнительным источником измерения во время периода обновления алгоритма фильтра Калмана (см. раздел об интегрированных навигационных системах выше). Оценка направления может также быть непосредственно использована системой автопилота системы наведения ракеты.

Поскольку магнитные датчики делают абсолютное измерение ориентации, а не интегрированное измерение (например, из гироскопа), они не страдают от все больших ошибок дрейфа, возникающих в неоткорректированных инерциальных системах. Во время периодов интерференции RF, которая может отвергнуть обновления GPS, измерения магнитного датчика остаются полезными, поскольку они не требуют периодических обновлений.

Другие способы использования: Магнитные датчики можно использовать во многих сферах, кроме навигационных систем ракет. Они используются в наземных транспортных средствах, чтобы предоставить водителю показания компаса из “8 точек” (например, NW, N, NE и т.д.). Поскольку наземные транспортные средства обычно функционируют близко к горизонтали, компенсация наклона измерений датчика может не требоваться. Если

магнитные датчики постоянно установлены в статическом местоположении, они могут использоваться для обнаружения транспортного средства и классификации, поскольку ощущаемые магнитные поля изменятся из-за близости транспортного средства и особенностей железа. Магнитные датчики в личных навигационных устройствах (PND) могут использоваться, чтобы обновить ориентацию карты или увеличить количество функций реальности в определенных мобильных устройствах, поскольку устройства PND вращаются.

Внешний вид (заводской): Компоненты магнитного датчика можно установить как триаду непосредственно на печатной плате в навигационной системе или отделить от других электронных компонентов в собственные нежелезные корпусы. Отдельный корпус позволяет магнитным датчикам быть установленными настолько далеко, насколько возможно от железных материалов в несущем транспортном средстве. Магнитные датчики являются очень маленькими в размере, с типичными размерами приблизительно 2,5 см x 2,5 см x 15 см. Они также очень легки, веся приблизительно от 15 до 20 г.

Внешний вид (комплектный): Компоненты магнитного датчика поставляются в небольших коробках или ящиках и они не боятся повреждения от удара. Однако компоненты компенсации наклона (например, акселерометры) могут получить повреждение вследствие сильного удара. Поэтому всю систему необходимо обернуть в мягкий материал для доставки.

Примечание:
Оборудование, указанное в позиции 9.B.1, включает в себя:а. оборудование для лазерных гироскопов, используемое для определения характеристик зеркал, с указанной или большей точностью измерения.

9.B. Испытательное и производственное оборудование

9.B.1. Не указанное в позиции 9.B.2 производственное, испытательное, калибровочное и регулировочное оборудование, разработанное или модифицированное для использования вместе с оборудованием, указанным в позиции 9.A.

Примечание:
Оборудование, указанное в позиции 9.B.1, включает в себя:
a. оборудование для лазерных гироскопов, используемое для определения характеристик зеркал, с указанной или большей точностью измерения:
1. прямолинейный измеритель рассеяния (10 млн.-1);
2. рефлектометр (50 млн.-1);
3. профилометр (5 ангстрем);
b. испытательное оборудование для инерциальной аппаратуры:
1. аппаратура для проверки инерциального измерительного блока (ИИБ);
2. аппаратура для проверки функционирования гиростабилизированной платформы ИИБ;
3. испытательный стенд стабилизирующего элемента ИИБ;
4. стенд балансировки платформы ИИБ;
5. установка для проверки и настройки гироскопа;
6. установка для динамической балансировки гироскопа;
7. установка для испытания двигателя гироскопа;
8. установка для наполнения и откачки рабочего вещества гироскопа
9. центрифуга для проверки подшипников (опор) гироскопа;
10. установка для осевой регулировки акселерометра;
11. установка для проверки акселерометра.

9.B.2. Оборудование:
a. балансировочные машины, имеющие все следующие характеристики:
1. непригодные для балансировки роторов/гироскопов с массой свыше 3 кг;
2. пригодные для балансировки роторов/гироскопов на скорости свыше 12 500 об./мин;
3. обладающие способностью корректировать дисбаланс в двух и более плоскостях; и
4. обладающие способностью балансировки до уровня остаточного дисбаланса 0,2 г×мм на килограмм веса ротора;
b. индикаторные головки (известные также как балансировочное приборно-измерительное оборудование), разработанные или модифицированные для использования с машинами, указанными в позиции 9.B.2.a.;
c. динамические моделирующие стенды/столы вращения (оборудование, имитирующее движение), имеющие все следующие характеристики:
1. две оси или более;
2. разработанные или модифицированные для установки в них контактных колец или интегрированных бесконтактных устройств, способных передавать электрическую энергию, информационные сигналы или и то и другое; и

3. имеющие любую из следующих характеристик:
   a. для любой дискретной оси:
      1. скорость вращения 400 град/с и более или 30 град/с и менее; и
      2. разрешение по скорости вращения 6 град/с и менее и точность 0,6 град/с и менее
   b. наихудшее значение стабильности вращения плюс/минус 0,05 процента и менее, усредненное на интервале от 10 градусов и более; или
   c. погрешность позиционирования, равную 5 угловым секундам или менее

d. поворотные столы (оборудование, способное к точному поворотному позиционированию по любым осям), имеющие следующие характеристики:
   1. две оси или более; и
   2. «точность» позиционирования, равную 5 угловым секундам или менее

e. центрифуги, способные создавать ускорения более 100 g и разработанные или модифиц рованные для установки в них контактных колец или интегрированных бесконтактных устройств, способных передавать электрическую энергию, информационные сигналы или и то и другое.

Примечания:

1. К балансировочным машинам, индикаторным головкам, имитаторам движения, столам вращения, поворотным столам и центрифугам, указанным в разделе 9, относятся только те, которые приведены в позиции 9.B.2.
2. По позиции 9.B.2.a не контролируются балансировочные машины, разработанные или модифицированные для зубоврачебных или иных медицинских целей.
3. По позициям 9.B.2.c и 9.B.2.d не контролируются вращающиеся столы, разработанные или модифицированные для станочного или медицинского оборудования.
4. По позиции 9.B.2.c не контролируются поворотные столы, а соответствие характеристик установочных столов (позиционирования) оценивается согласно позиции 9.B.2.d.
5. Оборудование, контролируемое по позиции 9.B.2.d и имеющее характеристики, совпадающие с характеристиками оборудования, указанного в позиции 9.B.2.c, будет рассматриваться как оборудование, контролируемое по позиции 9.B.2.c.
6. Позиция 9.B.2.c применяется независимо от того, были ли контактные кольца или интегрированные бесконтактные устройства смонтированы на момент экспортной поставки.
7. Позиция 9.B.2.e применяется независимо от того, были ли контактные кольца или интегрированные бесконтактные устройства смонтированы на момент экспортной поставки.

Характер и назначение: Выравнивание, калибровка и испытательное оборудование используются, чтобы создать, откалибровать, проверить и охарактеризовать эти приборы для соответствия требованиям. Гироскопы, акселерометры и IMU – это точные приборы, которые должны быть точными и надежными в течение долгого времени. Особенно важным является испытательное оборудование, которое подвергает прибор ускорению и изменениям ориентации с одновременным измерением реакции прибора в течение долгого времени. Это оборудование является крайне важным для изготовления высококачественных инерциальных приборов. Любой специально разработанный тест, калибровка, выравнивание и оборудование производства управляются, даже если это не определено в списке.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это оборудование должно производить и калибровать инерциальные приборы для использования в ракетах всех типов.

Другие способы использования: Большинство космических кораблей, самолетов и других транспортных средств, использующих инерциальную навигацию или системы наведения, требуют подобного оборудования и технологий для разработки, производства, тестирования и калибровки. Однако много других неракетных способов использования могут использовать инерциальные приборы с более высокими скоростями дрейфа, более низкими допусками вибрации и ускорения, и понизить требования стабильности. Поэтому тестирование, калибровка, выравнивание и оборудование производства для инерциального оборудования, не предназначенного для ракет, часто являются менее сложными и точными, чем это требуется для точных ракет.

Внешний вид (заводской): Специально разработанные элементы оборудования для выравнивания, калибровки, тестирования и производства для этих систем наведения и навигации, описанные в пункте 9. А., обычно являются элементами с ограниченным производством. Они столь же разнообразны в размере, весе и внешнем виде, сколь в функциях, и эти функции меняются при изменении технологии. Хотя это далеко не полный список, ниже приведены короткие описания некоторых примеров.

Поскольку гироскопы с лазерным кольцом измеряют изменение фазы мелкой длины волны в свете, их точность определяется качеством их зеркал. Зеркала должны быть точной формы и отражать почти весь свет, падающий на них, не поглощать, и не рассеивать его. Следующие три детали оборудования предназначены, чтобы характеризовать зеркала для использования в таких гироскопах.Скаттерометр измеряет направление зеркала, чтобы отразить свет подальше от его намеченного направления с точностью до 10 импульсов на метр или меньше. Это обеспечивает луч известной интенсивности и измеряет интенсивность рассеянных лучей.

Рефлектометр измеряет способность зеркала отразить свет с точностью измерения 50 импульсов на метр или меньше. Он работает, направляя пучок известной интенсивности на зеркало и измеряя интенсивность отраженного света.

Профилометр измеряет профиль оптической поверхности зеркала с точностью до 5 Ангстремов (5 x 10^{-10} м) или меньше. Различные методы используются, чтобы нанести на карту мелкие изменения в высоте оптической поверхности. Это обозначение помогает определить локализованные отклонения от теоретически идеальной геометрии, независимо от того, является ли она плоской, вогнутой или выпуклой.

Точность инерциальных систем наведения определяется качеством их акселерометров и гироскопов. Большая часть следующего оборудования либо характеризует, либо проверяет эти приборы, поскольку они работают отдельно, как блок или как IMU в сборе.

Тестер модуля IMU управляет модулем IMU электрически, моделирует входы и собирает данные о реакции, чтобы подтвердить правильность работы электрических компонентов. Тестер платформы IMU управляет платформой IMU в сборе, то есть, устойчивым элементом или полностью рабочим бесплатформенным IMU. Таблица скорости с тремя осями, также именуемая как симулятор движения, часто используется как часть тестера платформы IMU. Такие таблицы контролируются согласно пункту 9. B.2.c. IMU, проверенный этим оборудованием, должен правильно измерять силу тяжести земли и вращение через все изменения ориентации, не представляя это как боковое или вертикальное движение и не теряя след его начального выравнивания относительно неподвижной координационной справочной структуры.

Технологическая рама устойчивого элемента IMU безопасно работает с устойчивым элементом IMU, то есть, внутренней частью установленного в карданный подвес или плавающего IMU, который содержит инерциальные приборы. Осторожное обращение облегчает многочисленные необходимые манипуляции, не ухудшая устойчивый элемент во время его сборки, тестирования и регулирования.

Элемент балансировки платформы IMU определяет неустойчивость платформы IMU и, таким образом, облегчает регулировку, чтобы установить баланс. Центр баланса должен быть установлен точно, чтобы избежать вращающих моментов при ускорении и вибрации во время полета.

Станция испытания настройки гироскопа подает питание на гироскоп с желательным напряжением в диапазоне скоростей, чтобы определить лучшую рабочую скорость вращения или количество оборотов в минуту. Оптимальное количество оборотов в минуту достигается, когда влияние источников ошибок гироскопа минимизируются согласно собранным данным. Типичная таблица скорости, используемая как часть станции настройки гироскопа, показана на рис. 21.



Рис. 21: Типичная таблица скорости, используемая для того, чтобы настроить гироскопы. (Ideal Aerosmith, Inc)

Станция динамического баланса гироскопа точно уравновешивает высокоскоростные вращающиеся компоненты гироскопов с вращающейся массой. Баланс крайне важен для производительности и долговечности гироскопа. Эти машины балансирования подвергаются контролю согласно пункту 9. В.2.а., если у них есть указанные характеристики производительности.
Станция испытания приработки/двигателя гироскопа подает питание на гироскоп или двигатель гироскопа с желательным напряжением и частотой, чтобы накопить время работы и, таким образом, обкатать подшипники гироскопа и определить производительность двигателя при номинальных оборотах.

Станция испытания откачки и наполнения гироскопа прочищает внутреннюю полость гироскопа и заполняет ее необходимой жидкостью под номинальным давлением или смесью газов. Большинство гироскопов и акселерометров будут заполнены инертным сухим газом, чтобы улучшить долгосрочную работу. Кроме того, у определенных гироскопов есть внутренние полости, для которых требуется специальная жидкость данной плотности и вязкости или определенная смесь газов для надлежащего функционирования.

Крепление центрифуги для подшипников гироскопа облегчает тестирование гироскопов в центрифуге, чтобы подтвердить способность подшипников противостоять силам ускорения, ожидаемым во время полета. Крепления центрифуги также используются, чтобы удалить лишнюю смазку из стопорных колец подшипника гироскопа.

Станция выравнивания оси акселерометра проверяет выравнивание оси акселерометра, вращая акселерометр вокруг его входной оси, когда входная ось горизонтальна. Эта проверка часто повторяется после тестирования вибрации или температурных циклов, чтобы определить стабильность выравнивания входной оси. Выравнивание входной оси акселерометра снова проверяется после установки на уровне IMU, чтобы определить небольшие, но важные отклонения от желательной взаимной перпендикулярности входной оси.

Станции испытаний акселерометра используются, чтобы проверить точность, с которой акселерометр может измерить силу тяжести по дальности положений и углов. Эти данные тогда используются, чтобы калибровать прибор. Акселерометры устанавливаются на вертикальную поверхность плоскости и падают, чтобы испытать гравитационное ускорение в вертикальном положении и поочередно в перевернутом положении. Станции испытаний акселерометра могут выполнять тесты, которые включают контроль температуры, с использованием оборудования регистрации данных, которое берет данные за длительный период времени.

Балансирующие машины используются, прежде всего, чтобы уравновесить гироскопы с вращающейся массой для высокого уровня точности. Балансирующие машины контролируются согласно пункту 9. B.2.a.

Головки индикатора – это высокоточные круглые стальные пластины, которые могут вращаться и неоднократно запираться в определенном направлении без потери точности. Они также известны как тестеры падения, индикаторные головки, позиционеры и делительные головки. Головки индикатора, измененные для использования в пункте 9. B.2.a. Машины управляемого балансирования онтролируются согласно пункту 9. B.2.b., а высокоточные многоосные головки индикатора (то есть, позиционеры) контролируются согласно пункту 9. B.2.d.

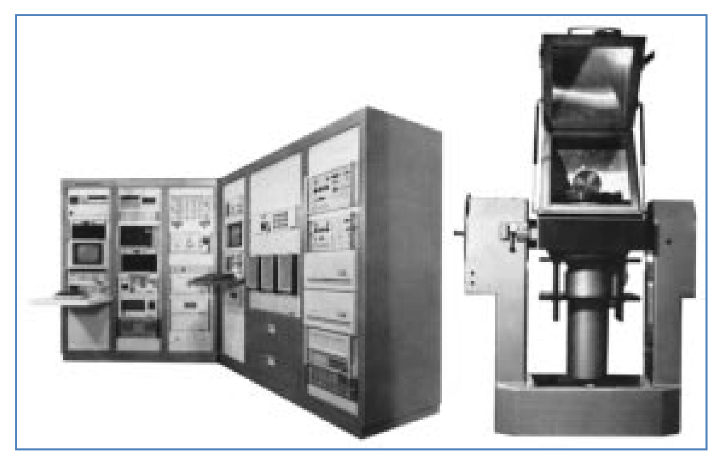


Рис. 22: Станция тестирования двухосного гироскопа, интегрирующего скорость, которая использует симулятор движения/таблицу скорости. (Contraves, Inc)

Симуляторы с управляемым движением и таблицы скорости – это высокоточные машины, которые вращают монтажную пластину вокруг нескольких осей с точно известными скоростями и углами. Они обычно используются в разработке систем наведения, чтобы проверить приборы и блоки IMU, как описано выше. Рис. 22 показывает симулятор движения гироскопа с двумя осями, интегрирующего скорость. Таблицы скорости контролируются согласно пункту 9.B.2.c.

Центрифуга используется как часть испытательной станции акселерометра, чтобы определить нелинейность акселерометра в диапазоне существенно сверх плюс и минус один g, доступном в тестах падения. Центрифуги управляются согласно пункту 9.B.2.e.









Рис. 23: *Слева*: система профилометра используется для того, чтобы измерить зеркала. (Цифровые приборы) *посредине слева:* другой портативный тестер IMU, подключенный к миниатюрному IMU. (Руководство и системы управления Litton) *справа посредине*: платформа с тремя осями для того, чтобы проверить IMU или гироскопы. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))*Справа:* делительная головка с температурной камерой контроля для того, чтобы проверить акселерометр в камере. (Litton Guidance & Control Systems)

Внешний вид (комплектный): Упаковка во многом зависит от размера, веса и чувствительности определенного оборудования. Однако, поскольку большая часть этих элементов является высокоточным оборудованием, чувствительным к ударам или ржавчине, упаковка, вероятно, будет прочной с обивкой и покрытиями для защиты от удара и влажности. Большую часть оборудования можно разобрать и отправить в отдельных контейнерах или ящиках.

9.C. Материалы

Нет.

9.D. Программное обеспечение

9.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 9.A или 9.B.

Характер и назначение: Объединенные системы бортовых приборов используют программное обеспечение, чтобы интерпретировать и перевести информацию, собранную снаружи корпуса, в разведданные, самонаведение на цель или информацию для наведения. Компас гироастрокомпаса, кольцевые лазерные гироскопы и чувствительные инерциальные приборы, используемые в других сферах, могут быть установлены и использоваться в системах навигации ракетной системы как датчики, используемые с компьютером управления полетом, чтобы очень точно определить ускорение, скорость и информацию о положении. Каждая из этих систем требует специализированного программного обеспечения, которое включает выход датчика и компенсирует ошибочные сигналы, такие как дрейф.

- Австрия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Российская Федерация
- Испания
- Швейцария
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Программное обеспечение конечного наведения объединяет выход от многих датчиков, чтобы наводить выпущенное оружие на его цель. Особенно прочные акселерометры используются в возвращаемых транспортных средствах, чтобы определить величину быстрого замедления. Оружие можно включить или активировать, когда значение замедления находится в предопределенных пределах.

Программное обеспечение, установленное на компьютере БЛА, используется, чтобы запустить и направить БЛА к его цели и активировать "полезную нагрузку " (камера, оружие, и т.д.) при приближении к цели. Инерциальные системы наведения БЛА могут быть увеличены дополнительными системами, которые используют радиосигналы, сигналы GPS, или астрогироскопами, которые идентифицируют астрономические опорные точки.

Другие типы программного обеспечения используются, чтобы проверить, откалибровать и выровнять блоки системы наведения. Компоненты системы наведения помещаются в испытательные станции и подвергаются множеству тестов, предназначенных, чтобы измерить такие особенности, как дрейф и коэффициенты пропорциональности. У, по-видимому, идентичных приборов будут характеристики, которые меняются от одного блока к другому. Каждое устройство должно быть охарактеризовано. Данные, собранные в этих тестах, добавляются к программе полета как форма поправочного фактора для того прибора.

Метод эксплуатации: Объединенная система бортовых приборов образовывает ряд избыточных навигационных систем, которые приводят к очень точной навигации. Компас гироастрокомпаса, установленный в БЛА или системе ракеты, использует навигационное программное обеспечение, чтобы определить (по получении одного или более “замков звезды”) ее скорость, местоположение и направление. Автоматизированные навигационные системы могут использовать это понятие, чтобы следовать предопределенным планам полета в целевую область. Гироскопы используются, чтобы поддержать ориентацию инерциальной платформы в пространстве, в то время как система ракеты или БЛА находятся на земле в ожидании активного полета. Подпрограммы программного обеспечения полета содержат поправочные факторы, в частности данные скорости дрейфа. Компьютер управления полетом обрабатывает эту информацию и проблемы, исправляя сигналы на двигатели, установленные в карданном подвесе платформы. Эти двигатели поддерживают платформу в устойчивой ориентации в течение полета. Информацию от акселерометров, установленных на устойчивой платформе, посылают в компьютер управления полетом как данные ускорения. Программное обеспечение полета собирает эти данные и, после внедрения, данные объединенной системы бортовых приборов, проблемы в управлении и управляющие сигналы для управления корпусом к цели.

Специальные версии программного обеспечения полета включают выходные сигналы от дополнительных навигационных датчиков, чтобы обновить или увеличить данные инерциального наведения. Компасы гироастрокомпаса посылают данные о положении звезды или спутника на компьютер управления полетом. Программное обеспечение в компьютере управления полетом может использовать эти данные, чтобы обновить информацию о положении или увеличить данные об ускорении с помощью инерции. Гироскопы с лазерным кольцом предоставляют очень точную информацию некоаксиальности платформы, которая может использоваться, чтобы поддержать устойчивую ориентацию платформы в течение многих маневров полета и ускорения полета.

Тест и станции калибровки используются, чтобы измерить дефекты системы наведения, такие как дрейф гироскопа, и обеспечить данные характеристики, используемые в программе полета, чтобы компенсировать эти недостатки. Станции выравнивания подтверждают качество и уместность установки и калибровки инерциальных приборов на устойчивой платформе. Именно эти процедуры отнимают наибольшее количество времени и больше всего влияют на стоимость каждого прибора. Идентичные приборы, изготовленные на общем оборудовании, требуют подробного тестирования и калибровки, чтобы точно определить отдельные характеристики.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Тип программного обеспечения, контролируемого согласно пункту 9.D.1., используется, чтобы обеспечить очень точную навигацию БЛА и ракетной системы. Автоматизированное оборудование должно производить высокоточные компоненты, которые образовывают инерциальные приборы наведения. Как только эти компоненты собраны, они проверяются, и их работа оценивается на управляемых компьютером испытательных станциях. Результаты этого тестирования производят данные, которые используются, чтобы и охарактеризовать прибор, такой как скорость дрейфа и коэффициент пропорциональности, и определить константы системы наведения в программном обеспечении полета.

Другие способы использования: Элементы объединенных систем бортовых приборов (радар, лазерные системы и оборудование пеленгации) используются в гражданской и военной авиации, чтобы расширить возможности инерциальных навигационных систем. Менее качественные инерциальные навигационные компоненты можно использовать в измерении при бурении. Программное обеспечение, используемое для тестирования, калибровки и выравнивания этих приборов, используется при тестировании гражданских и военных самолетов, а также в мастерских.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если

программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

9.D.2. Интегрирующее «программное обеспечение» для оборудования, указанного в позиции 9.A.1.

Характер и назначение: Программное обеспечение интеграции ракетной системы или БЛА для оборудования, указанного в пункте 9.A.1, используется, чтобы объединить мощность гиростабилизатора, автопилота или других объединенных полетных приборов в компьютер управления полетом. Компьютер управления полетом включает информацию от этих вспомогательных навигационных устройств с данными, предоставленными приборами, установленными в инерциальную навигационную систему. Результат – точное наведение и команды управления, использующие менее дорогие навигационные приборы.

- •Китай
- •Германия
- •Израиль
- •Япония
- •Пакистан
- •Южная Африка
- •Швеция
- •Украина
- •Соединенные Штаты
- •Франция
- •Индия
- •Италия
- •Норвегия
- •Российская Федерация
- •Испания
- •Швейцария
- •Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Программное обеспечение навигации ракетной системы или БЛА, сохраненное в компьютере управления полетом, принимает информацию от объединенной системы бортовых приборов. Эта информация о положении оценивается на фоне запланированной траектории, и компьютер управления полетом выдает команды на исправление или управление системе управления полетом.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это программное обеспечение используется, чтобы поддержать навигацию ракет БЛА и ракетной системы.

Другие способы использования: Это программное обеспечение может также использоваться, чтобы поддержать системы наведения гражданской и военной авиации.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

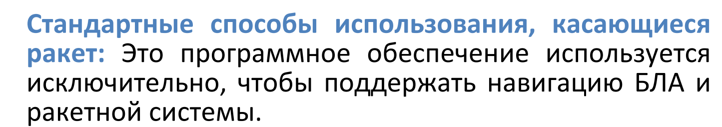
Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

9.D.3. Интегрирующее «программное обеспечение», специально разработанное для оборудования, указанного в позиции 9.A.6.

Характер и назначение: Программное обеспечение интеграции, специально разработанное для оборудования, указанного в пункте 9.A.6., используется, чтобы объединить гироскопы,

акселерометры и инерциальные или устойчивые платформы, которые используются в сферах, отличных от наведения (таких, как антенны слежения за спутниками, видеокамеры, и т.д.), в БЛА или системы направления ракет и контроля.

Метод эксплуатации: Инерциальные приборы направления более высокого качества, такие как гироскопы, акселерометры и достаточно усиленные устойчивые платформы, используемые для прочных платформ камеры, механизмов наведения бура и т.д., можно использовать как основную ракетную систему и компоненты системы наведения БЛА с приложением соответствующего программного обеспечения интеграции. Это программное обеспечение похоже на программное обеспечение инерциального блока измерения, разработанное для определенных сфер наведения носителя во время полета. Оно пишется и проверяется с помощью того же оборудования для тестирования и калибровки, что и оборудование, используемое для более специализированного оборудования системы наведения.



Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это программное обеспечение используется исключительно, чтобы поддержать навигацию БЛА и ракетной системы.

Другие способы использования: Элементы объединенных систем бортовых приборов (радар, лазерные системы и оборудование пеленгации) используются в гражданской и военной авиации, чтобы расширить возможности инерциальных навигационных систем. Программное обеспечение, используемое для тестирования, калибровки и выравнивания этих приборов, используется при тестировании гражданских и военных самолетов, а также в мастерских.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Пакистан
- Южная Африка
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Российская Федерация
- Испания
- Швейцария
- Соединенное Королевство

Глобальное производство

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

9.D.4. Интегрирующее «программное обеспечение», разработанное или модифицированное для интегрированных навигационных систем, указанных в позиции 9.A.7.

Примечание:
В интегрирующем «программном обеспечении» обычно используются алгоритмы на основе фильтра Калмана.

Характер и назначение: Программное обеспечение интеграции, разработанное или измененное для интегрированных навигационных систем, указанных в пункте 9.A.7., объединяет результаты инерциальных приборов измерения и других внешних датчиков в систему, которая предоставляет информацию, используемую компьютером управления полетом, чтобы непрерывно вычислить высоту, положение и информацию о скорости. Фильтрование Калмана – это процедура программного обеспечения, которая вовремя оценивает положение транспортного средства и скорость на основе известной производительности носителя, а затем периодически обновляет эту оценку, используя отфильтрованную информацию, предоставленную другими компонентами системы наведения. Фильтр, используемый в навигации ракетной системы или полета БЛА, оценивает информационные сигналы о положении, чтобы устранить случайные или ошибочные измерения (шум) из других интегрированных навигационных приборов системы.

Метод эксплуатации: Программное обеспечение ракетной системы или полета БЛА может быть написано или изменено, чтобы включить это интегрирующее программное обеспечение. Изначально оно проверяется с помощью того же оборудования для тестирования и калибровки, что и оборудование, используемое для более специализированного оборудования системы наведения, и утверждается с помощью проведения серии летных испытаний.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это программное обеспечение используется, чтобы поддержать очень точную навигацию БЛА и ракетной системы.

Другие способы использования: Это программное обеспечение может также использоваться, чтобы поддержать системы наведения гражданской и военной авиации.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных или других носителях. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Это программное обеспечение, включая документацию, можно передать через компьютерную сеть.

9.E. Технология

9.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позициях 9.A, 9.B или 9.D.

Характер и назначение: Технология систем наведения ракет или БЛА решает очень сложные проблемы динамического контроля. Инженеры по разработке ракет и систем наведения должны знать все физические аспекты устройств, используемых для создания точной навигации. Это знание обычно получается через серию испытаний с помощью компьютерного моделирования, стендовых испытаний и упражнений летного испытания. Объединение разнообразных навигационных приборов, таких как автопилот, стабилизированные гироскопом платформы и другие активные компоненты, такие как радар, лазер или GPS, является сложной задачей. Разработка испытательного и производственного оборудования для поддержания этой деятельности также является сложной. Проектировщик должен максимально знать точные характеристики устройств, которые будут проверены и взаимосвязаны на испытательном стенде, чтобы разработать необходимое программное обеспечение моделирования. Руководители производства могут проектировать и создавать оборудование для производства и интеграции систем наведения на основе окончательных видов дизайна, определенных в лабораториях. Большая часть технологий, необходимых для выполнения этой задачи, приходит только с опытом.

•Аргентина	•Австралия
•Бразилия	•Китай
•Дания	•Франция
•Германия	•Индия
•Израиль	•Италия
•Япония	•Российская Федерация
•Южная Корея	•Швеция
•Швейцария	•Украина
•Соединенное Королевство	•Соединенные Штаты

Глобальное производство

Метод эксплуатации: На раннем этапе разработки программы технология интеграции часто проявляется в компьютерной программе, которая моделирует корпус и толкающую силу, наведение и системы управления транспортным средством. Программное обеспечение моделирует поведение системы наведения во всех ожидаемых режимах полета и предсказывает теоретическую работу. Проектировщик может изменить параметры подсистемы, запустить повторно моделирование и выбрать те параметры, которые дают лучшую работу. Позже в программе разработки могут использоваться симуляторы программно-аппаратного моделирования, когда фактические компоненты и подсистемы наведения связаны вместе на испытательном стенде. Компьютер моделирует среду полета и любые аппаратные средства, отсутствующие при моделировании.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Эта технология используется, чтобы обеспечить и улучшить точность и производительность системы наведения ракетной системы и БЛА. Одинаково важно требование проектировать, разрабатывать, производить и использовать наземные испытания и проверять оборудование и программное обеспечение.

Другие способы использования: Эта технология может также использоваться, чтобы произвести компоненты, используемые, чтобы точно указать параболические антенны, стабилизировать видео камеры для фотографии дальнего действия (включая испытательные приборы дальности баллистической ракеты), и другие гражданские и военные цели.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II — Раздел 10

Системы управления полетом

Раздел 10 — Системы управления полетом

10.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

10.A.1. Гидравлические, механические, электрооптические или электромеханические системы управления полетом (включая проводные дистанционные системы), разработанные или модифицированные для систем, указанных в позиции 1.A.

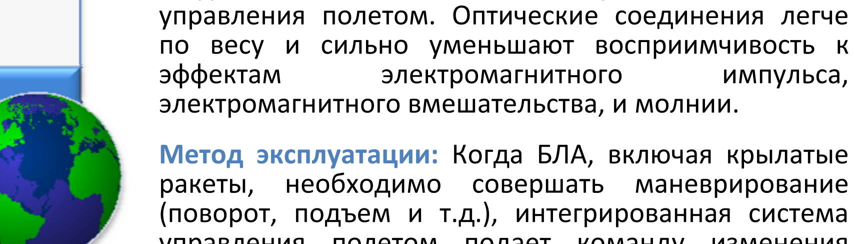
Характер и назначение: Система управления полетом обеспечивает и контролирует механизмы управления, необходимые для достижения ракетой устойчивого полета и выполнения последующих маневров без потери стабильности. Она обычно получает руководящие команды от аппаратуры системы наведения, компьютера управления полетом или интегрированной системы контроля полета.

Система управления полетом включает приводы головок для перемещения плоскостей управления, сопел наведения, управляющих потоков и активации рулевых двигателей. Она также включает датчики для обнаружения изменений в положении, скорости изменения положения, скорости, высоты, режима работы двигателя, температуры и давления воздуха. Эти данные датчика часто используются другими механизмами ракеты. Система управления полетом распределена по всей ракете и иногда частично дублирует функции других систем.

Информация, переданная с датчиков на компьютер управления полетом и на приводы головок, является аналоговой или цифровой и может быть передана по электрическим проводам (электродистанционная система управления). Современные системы могут использовать оптические волокна (световое управление полетом), чтобы обеспечить обмен цифровыми данными между компонентами управления полетом. Оптические соединения легче по весу и сильно уменьшают восприимчивость к эффектам электромагнитного импульса, электромагнитного вмешательства, и молнии.

- Австралия
- Австрия
- Бельгия
- Бразилия
- Канада
- Китай
- Чехия
- Египет
- Франция
- Германия
- Греция
- Венгрия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Норвегия
- Португалия
- Румыния
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Южная Корея
- Швеция
- Швейцария
- Турция
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Когда БЛА, включая крылатые ракеты, необходимо совершать маневрирование (поворот, подъем и т.д.), интегрированная система управления полетом подает команду изменения направления или высоты. Система управления полетом переводит приводы головок на плоскостях управления в режим управления тангажом, креном и/или поворотом; удерживает эти параметры настройки до изменения ориентации, а затем перезагружает приводы головок для удержания нового режима. Системы управления полетом часто работают совместно с гиростабилизатором

или автоматическим пилотом (автопилотом), который определяет движения плоскостей управления, необходимые для выполнения нужных маневров. Автопилоты также непрерывно вносят поправки в возмущения, вызываемые средой. Ракетные системы также могут использовать системы управления полетом, которые работают аналогичным образом, но ракетные системы используют управление вектором тяги, а иногда небольшие струйные рули для изменения направления. Некоторые ракетные системы также используют аэродинамические стабилизаторы во время полета в атмосфере.

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: Системы управления полетом обязаны достигать устойчивого полета и выполнять маневры, не теряя стабильности. Эти системы обычно настраиваются соответственно особенностям полета и программе полеты ракетной системы БЛА и таким образом имеют тенденцию быть системно-специфическими. Большинство ракетных систем и БЛА используют эти системы.

Применение в других областях: Компоненты, используемые в ракетных системах управления полетом, могут также использоваться в военной и гражданской авиации.

10.A.2. Аппаратура ориентации, разработанная или модифицированная для систем, указанных в позиции 1.A

Внешний вид (заводской): Система управления полетом не является цельным устройством, а распределена по всей ракете. Наиболее часто встречающиеся части системы управления полетом включают приводы головок, электронные узлы, специализированные кабели и некоторые датчики.

Внешний вид (комплектный): Аэродинамические плоскости управления и приводы головок являются надежными частями оборудования. Типичная упаковка включает деревянные ящики и картонные или деревянные коробки. Они надежно прикреплены к транспортному контейнеру, воизбежание перемещений и часто упакованы в пенопласт по форме детали. Датчики, используемые в системах управления полетом, являются часто более хрупкими и обычно индивидуально обертываются и закрепляются в ударостойком ящике или коробке. Они часто обертываются влагонепроницаемым мешком.

- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Соединенное Королевство
- Франция
- Индия
- Италия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Управление ориентацией отличается от наведения. Наведение сосредотачивается на обеспечении того, что аппарат достигает предопределенного положения в установленный срок. Управление ориентацией определяет определенное положение авиационной конструкции в пространстве в конкретное время. Есть три фундаментальных метода управления ориентацией летательного аппарата: использование аэродинамических сил (крылья), отклонение тяги главного ракетного двигателя и использование вспомогательных тяговых устройств.

Метод эксплуатации: Приводы головок, перемещающие аэродинамические плоскости управления БЛА, могут быть поворотными или линейными. Поворотный привод головок может быть приведен в действие электромотором и реагирует на входную команду пропорционально. Привод головок является частью системы

управления с обратной связью, которая включает усилитель и средство определения положения привода головок. Механический вывод привода головок является ступицей, соединяющейся с валом плоскости управления, или валом, на который крепится плоскость. Привод головок для управления вектором тяги (УВТ), используемый на ракетах, включая ракетоносители, показаны на рис. 1. Линейный привод головок, используемый для управления тангажом лопастей винта на БЛА, показан на рис. 2. Иногда привод головок должен не только быть способен вращать плоскость управления при значительной аэродинамической силе, но также и поддерживать всю массы плоскости во время запусков с высоким ускорением и маневров. Линейные приводы головок соединяются для управления плоскостями посредством механических сочленений, которые преобразовывают линейное движение привода головок в угловое движение плоскости управления. Эти приводы головок приводятся в действие электромотором, находящимся под давлением газа или гидравлической жидкости.

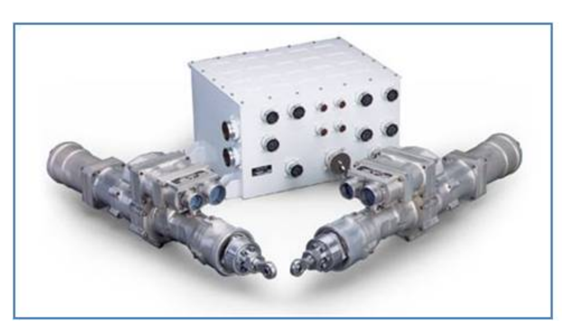


Рис. 1: Система электромеханического управления вектором тяги, с линейным приводом головок и связанной электронным модулем, используемым на ракетах, включая ракетоносители. (Moog, Inc)



Рис. 2: Линейный привод головок, используемый для управления тангажом лопастей ротора на беспилотном летательном аппарате с поворотными винтами и разработанный для продолжительной эксплуатации в экстремальных условиях. (Moog, Inc)

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: Стабилизаторы БЛА и рули используются для корректировки погрешностей в курсе полета, которые обнаруживаются системой наведения, или для запуска команд управления на новый курс или высоту. Устройства управления вектором тяги ракетных систем используются в тех же самых целях.

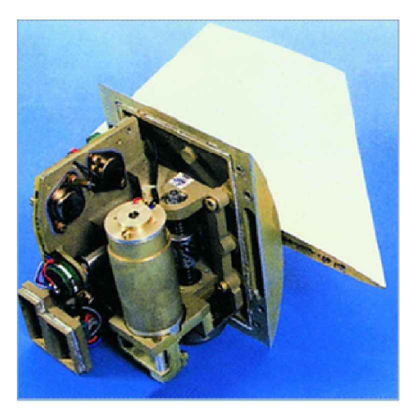


Рис. 3: Электромеханический привод головок управления полетом для хвостового стабилизатора малогабаритной ракеты. (Daimler Benz Aerospace)

Применение в других областях: Компоненты, используемые в БЛА и системах управления полетом системы ракеты, могут также использоваться в военной и гражданской авиации.

Внешний вид (заводской): Компоненты системы управления полетом распределяются по всей ракете. Датчики, усилители и другие компоненты размещаются в запечатанных коробках. Приводы головок располагаются или целиком производятся с плоскостями управления полетом. Приводы головок, перемещающие аэродинамические плоскости управления БЛА, могут быть поворотными или линейными.

Внешний вид (комплектный): Аэродинамические плоскости управления и приводы головок являются надежными частями оборудования. Типичная упаковка включает деревянные ящики и картонные или деревянные коробки. Они надежно прикреплены к транспортному контейнеру, воизбежание перемещений и часто упакованы в пенопласт по форме детали. Датчики, используемые в системах управления полетом, являются часто более хрупкими и обычно индивидуально обертываются и закрепляются в ударостойком ящике или коробке. Они часто обертываются влагонепроницаемым мешком.

10.A.3. Сервоклапаны, разработанные или модифицированные для работы в системах управления полетом, указанных в позиции 10.A.1 или 10.A.2, в условиях вибрационных перегрузок свыше 10 g (среднеквадратичное значение) в диапазоне частот от 20 Гц до 2 кГц

Примечание:
Системы, оборудование и клапаны, указанные в позиции 10.A, могут экспортироваться как часть пилотируемых летательных аппаратов или ИСЗ или в количествах, предусмотренных для замены соответствующих частей на пилотируемых летательных аппаратах.

Характер и назначение: Система управления полетом обеспечивает и контролирует механизмы управления, необходимые для достижения БЛА устойчивого полета и выполнения последующих маневров без потери стабильности. Она обычно получает руководящие команды от аппаратуры системы наведения, компьютера управления полетом, или интегрированной системы контроля полета.

Система управления полетом включает приводы головок для перемещения плоскостей управления, сопел наведения, управляющих потоков и активации рулевых двигателей. Она также включает датчики для обнаружения изменений в положении, скорости изменения положения, скорости, высоты, режима работы двигателя, температуры и давления воздуха. Эти данные датчика часто используются другими механизмами ракеты. Система управления полетом распределена по всей ракете и иногда частично дублирует функции других систем.

- Китай
- Франция
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Информация, переданная с датчиков на компьютер управления полетом и на приводы головок, является аналоговой или цифровой и может быть передана по электрическим проводам (электродистанционная система управления). Современные системы могут использовать оптические волокна (световое управление полетом), чтобы обеспечить обмен цифровыми данными между компонентами управления полетом. Оптические соединения легче по весу и сильно уменьшают восприимчивость к воздействию электромагнитного импульса, электромагнитных и грозовых помех.

Метод эксплуатации: Когда БЛА необходимо совершить маневрирование (поворот, подъем и т.д.), интегрированная система управления полетом подает команду изменения направления или высоты. Система управления полетом переводит приводы головок на плоскостях управления в режим управления тангажом, креном и/или поворотом; удерживает эти параметры настройки до изменения ориентации, а затем перезагружает приводы головок для удержания нового режима. Системы управления полетом часто работают совместно с гиростабилизатором или автоматическим пилотом (автопилотом), который определяет движения плоскостей управления, необходимые для выполнения нужных маневров. Автопилоты также непрерывно вносят поправки в возмущения, вызываемые средой. Ракетные системы также могут использовать системы управления полетом, которые работают аналогичным образом, но ракетные системы используют управление вектором тяги, а иногда небольшие струйные рули для изменения направления. Некоторые ракетные системы также используют аэродинамические стабилизаторы во время полета в атмосфере.

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: Системы управления полетом должны достигать устойчивого полета ракеты и выполнять маневры без потери стабильности. Эти системы обычно настраиваются соответственно особенностям полета и программе полета ракеты, и таким образом имеют тенденцию быть системно-специфическими. Большинство ракет использует эти системы.

Применение в других областях: Компоненты, используемые в ракетных системах управления полетом, могут также использоваться в военной и гражданской авиации.

Внешний вид (заводской): Сервоклапаны, используемые в системах управления полетом, могут быть изготовлены из нержавеющей стали и иметь монтажные шарниры с обоих концов. Гидравлические и электрические соединения можно найти сбоку устройства. Индикаторы положения обеспечивают сигналы обратной связи к компьютеру полета и могут быть доступными через отдельный электрический разъем.

Внешний вид (комплектный): Сервоклапаны управления полетом являются довольно стойкими элементами оборудования, но они также оборудованы чувствительными механизмами определения положения, прикрепленными и встроенными в корпус. Типичная упаковка включает картонные или деревянные коробки. Они надежно прикреплены к транспортному контейнеру, воизбежание перемещений и часто упакованы в пенопласт по форме детали. Они часто обертываются влагонепроницаемым мешком.

10.B. Испытательное и производственное оборудование

10.B.1. Испытательное, калибровочное и регулировочное оборудование, специально разработанное для оборудования, указанного в позиции 10.A.

Характер и назначение: Тест системы управления полетом, калибровка и оборудование для проверки соосности включают специализированную оснастку, необходимую для механической поддержки и подачи питания и электрических испытательных сигналов к электронике датчика и компонентам подсистемы привода головок. Эти части испытательного оборудования могут также использоваться для поддержки привода головок и другой калибровке уровня субкомпонента, выравнивания, функционального и эксплуатационного тестирования. Они могут иметь форму испытательных стендов и установок, используя воду или другую жидкость в качестве стимулятора, или используя гидравлические жидкости или топливо, которое будет использоваться во время эксплуатационного использования.

Метод эксплуатации: Компьютеры экспериментального участка подают моделируемые сигналы управления и коррекции на блоки системы управления полетом при испытательных условиях и делают запись результирующего движения привода головок или плоскости управления. Каждая подсистема может быть оценена на точность движения, а также на скорость изменения движения и максимальную частоту ответа. Контрольные станции часто содержат оборудование, которое

используется для подтверждения аэродинамического выравнивания плоскостей управления к нейтральному и рабочим положениям.

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: Системы управления полетом являются настроенными схемами, которые используют информацию обратной связи от приводов головок или других датчиков. Испытательное оборудование, описанное в данном разделе не только проверяет, калибрует и выравнивает плоскости управления в зависимости от входных сигналов, но также и получает входные данные, используемые для калибровки и характеристики работы привода головок. Эти данные используются в программе полета для определения отдельных характеристик ответа и работы привода головок.

Применение в других областях: Это испытательное оборудование может также использоваться для проверки, выравнивания и калибровки оборудования управления полетом, используемого в военной и гражданской авиации.

Внешний вид (заводской): Испытательное оборудование управления полетом выглядит как стандартный лабораторный аппарат, который используется в больших университетах или на авиакосмических предприятиях, такие как аэродинамические трубы, электронные испытательные установки, устройства лазерной калибровки, гидравлические или гидродинамические испытательные установки и т.д. Оборудование состоит из электронного испытательного оборудования (скорее всего управляемого компьютером), электрического и, возможно, гидравлического источника питания и жесткого механического оборудования для монтажа приводов головок управления полетом и плоскостей управления. Точки калибровки и центрирующие приспособления могут быть включены в эти установки.

Внешний вид (комплектный): Новое оборудование или запасные части транспортируются отдельно в ящиках или защищаются на поддонах для локальной сборки. Они будут надежно закреплены к ящику, чтобы ограничить движение и предотвратить повреждение. Меньшее оборудование может быть индивидуально упаковано в ящики или на транспортировочные поддоны. Испытательное оборудование обычно хрупко и помечается соответствующим образом. К этому относится компьютерное оборудование, испытательные установки и соответствующие компоненты поддержки и интерфейса. С узлами могут быть включены гидравлические системы герметизации и приспособления выравнивания точности. Большие детали могут быть установлены на поддоны или упакованы в больших деревянных или металлических ящиках, в то время как меньшие детали — в картонных или деревянных коробках.

10.C. Материалы

Нет.

10.D. Программное обеспечение

10.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 10.A или 10.B.

Примечание:
«Программное обеспечение», указанное в позиции 10.D.1, может экспортироваться как часть пилотируемых летательных аппаратов или ИСЗ или в количествах, предусмотренных для замены соответствующих частей на пилотируемых летательных аппаратах.

Характер и назначение: Программное обеспечение полета, используемое в БЛА и ракетных системах, обеспечивает передачу команд управления к приводам головок системы управления полетом. Эти приводы головок тогда изменяют положение плоскостей управления БЛА или изменяют вектор тяги ракеты, или аэродинамических плоскостей для изменения траектории полета. Другое программное обеспечение используется для проверки, калибровки, выравнивания и поддержки датчиков системы управления полетом, инструментов и аппаратных средств привода головок.

Метод эксплуатации: Программное обеспечение системы управления полетом указывает диспетчеру полета («мозгам» системы), как интерпретировать и перевести информацию, предоставленную датчиками наведения, в команды управления на отдельные приводы головок управления полетом. Эти команды корректируют траекторию полета транспортного средства после обнаружения ошибки положения. Они могут также использоваться, чтобы направить аппарат на новый курс полета в соответствии с информацией о курсе и траектории в главном компьютере полета. Другие типы программного обеспечения наземной поддержки используются в лабораторном и обслуживающем оборудовании для проверки аппаратного обеспечения датчиков и приводов головок или калибровки и обслуживания системы после замены одной или более частей. Компьютеры, подключенные к оборудованию испытательного стенда, передают соответствующие моделирующие сигналы устройству датчика управления полетом и измеряют его выходной сигнал. Выход датчика также направляется на привод головок контроля, а испытательное оборудование измеряет его выход. Лазеры или другие высококачественные инструменты измерения используются для определения степени соответствия выравнивания плоскости управления проектным спецификациям. Техник по ремонту может тогда внести изменения, с целью приведения оборудования к расчетным допускам.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Программное обеспечение системы управления полетом загружается в БЛА или машинную память ракетной системы полета и обычно является функциональной частью программного обеспечения полета. Оно используется во время полета для управления положением и траекторией, поставляемой системой наведения. Компьютер управления полетом передает команды управления на отдельные приводы головок управления полетом после сравнивания этих данных с ранее запрограммированной информацией для корректировки любых возможных ошибок положения.

Использование в других областях: Программное обеспечение, используемое в БЛА и системах управления полетом системы ракеты, может также использоваться в военной и гражданской авиации. Наземное программное обеспечение может также использоваться в этих отраслях промышленности для проверки и обслуживания систем управления самолетов и ракет.

Внешний вид (заводской): Это программное обеспечение имеет форму компьютерной программы, хранимой на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, неотличимы от любых других носителей

- Австралия
- Австрия
- Бельгия
- Бразилия
- Болгария
- Канада
- Китай
- Чехия
- Египет
- Франция
- Германия
- Греция
- Венгрия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Норвегия
- Португалия
- Румыния
- Российская Федерация
- Швеция
- Тайвань
- Южная Африка
- Соединенные Штаты
- Южная Корея
- Швейцария
- Турция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



данных. Кроме случаев, когда программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его предназначение. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

10.E. Технология

10.E.1. «Технология» сборки в единое целое фюзеляжа, силовой установки и несущих поверхностей управления, разработанная или модифицированная для систем, указанных в позиции 1.A или 19.A.2, в целях оптимизации аэродинамических характеристик на всех режимах полета атмосферного беспилотного летательного аппарата

Характер и назначение: Устойчивый и управляемый полет является очень сложной динамической задачей управления. Решение этого требует всестороннего знания всех подсистем и их взаимодействия во всех режимах полета. Эти данные обычно получают путем тестирования в аэродинамической трубе, компьютерного моделирования эксплуатации аппарата и проведения детальной программы летных испытаний. Технология интеграции проектирования позволяет проектировщикам ракет измерить, настроить и оптимизировать все подсистемы, принять во внимание их часто сложные взаимодействия и таким образом минимизировать ошибки. Таким образом, эта технология уменьшает время, необходимое для проектирования, тестирования и производства ракеты и может также улучшить эффективность работы ракеты.

Метод эксплуатации: Технология интеграции проектирования является специально разработанной компьютерной программой, используемой в начале программы разработки ракеты, которая моделирует авиационную конструкцию, реактивную тягу, системы наведения и управления аппарата. Проектировщик может изменить параметры подсистемы управления полетом, запустить повторно моделирование и выбрать те параметры, которые дают лучшие результаты. Позже в программе разработки может использоваться моделирование «программно-аппаратного тестирования», которое объединяет подсистемы управления полетом вместе на испытательной установке. Компьютер используется для моделирования окружающей среды полета. Другое испытательное оборудование, такое как аэродинамические трубы, может использоваться для воссоздания условий полета в качестве части моделирования.

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: Технология интеграции проектирования используется для проектирования и объединения систем управления полетом, как в коммерческой, так и в военной авиации.

Применение в других областях: Некоторые «технологии», используемые при разработке, изготовлении и тестировании БЛА могут примененяться в военной и гражданской авиации.

Внешний вид (заводской): Обычно технология интеграции проектирования БЛА имеет форму компьютерной программы, хранимой на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие технологию интеграции проектирования, неотличимы от любых других носителей данных. Кроме случаев, когда программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его предназначение. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети. Другая технология интеграции проектирования состоит из учебного и

практического опыта в иностранных технологических центрах, например в оборудованных аэродинамических трубах.

10.E.2. «Технология» объединения данных, получаемых системами управления полетом, наведения и движения, в единую систему управления полетом, разработанная или модифицированная для систем, указанных в позиции 1.A или 19.A.1, в целях оптимизации траектории ракеты

Характер и назначение: Технология, необходимая для управления полетом ракетной системы, сложна и включает множество сложных переменных параметров, которые требуется проанализировать. Мало того, что проектировщики должны обладать всесторонним знанием ракетных подсистем управления полетом и их взаимодействия, они должны также определить методы решения проблем контроля, которые включают высокие скорости и высоты. Это знание также можно получить с помощью компьютерного моделирования, тестирования в аэродинамической трубе и проведения детальной программы летных испытаний. Каждая из этих процедур включает увеличение затрат и времени. В результате многие страны пытаются приобрести необходимую технологию из иностранных источников, чтобы уменьшить время и стоимость программы интеграции.

Метод эксплуатации: Техническая помощь доступна в разном виде. Техническая помощь может являться инструктажем, предоставляемым человеком или организациями, имеющими опыт разработки системам управления полетом для ракетных систем, который выступает в качестве инструктора на участке разработки или производства или рядом с ним. Страна может получить техническую помощь от одного или более иностранных юридических лиц, которые владеют необходимым оборудованием для разработки и проектирования, для предоставления практического опыта для развития нужной технологии. Техническая помощь может также иметь форму обеспечения механизмами, оборудованием и материалами.

Стандартные способы использования в ракетных технологиях: За некоторым исключением техническая помощь, требуемая для разработки и постройки систем управления полетом ракеты, используется только в этих целях. Метеорологические ракеты, используемые в погодных исследованиях, с незначительными корректировками могут быть преобразованы в баллистические ракеты, и технология, используемая в баллистических ракетах и в метеорологических ракетах, является по существу одинаковой.

Использование в других областях: Эта технология имеет ограниченную или отсутствующую сферу применения, не считая ракетной науки.

Внешний вид (заводской): Обычно технология интеграции проектирования ракет имеет форму компьютерной программы, хранимой на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие технологию интеграции проектирования, неотличимы от любых других носителей данных. Кроме случаев, когда программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его предназначение. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети. Другая технология интеграции проектирования состоит из учебного и практического опыта в иностранных технологических центрах, например в оборудованных аэродинамических трубах.

10.E.3. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позициях 10.A, 10.B или 10.D

Характер и назначение: Программное обеспечение для разработки использует информацию, полученную в результате экспериментов, которая была переведена в машинный код. Цель состоит в том, чтобы уменьшить время и затраты на проектирование и разработку ракет и сопутствующего производственного оборудования. Это моделирующее программное обеспечение моделирует математическое представление реактивной тяги, системы наведения управления полетом и других важных подсистем для получения начальных данных для разработки системы полета. Другое программное обеспечение используется для определения автоматизированного производства и требований системы управления, проектирования и процессов. Большая часть ноу-хау, необходимая для написания и оптимизации этого программного обеспечения может быть приобретено у стран, владеющих этой технологией, еще больше уменьшая время и расходы на разработку и оптимизацию этого программного обеспечения.

Метод эксплуатации: Технология интеграции проектирования является компьютерной программой, используемой в начале программы разработки, которая моделирует авиационную конструкцию, реактивную тягу, системы наведения и управления аппарата. Программное обеспечение моделирует поведение аппарата во всех ожидаемых режимах полета и предсказывает теоретическую производительность. Проектировщик может изменить параметры подсистемы, запустить повторно моделирование и выбрать те параметры, которые дают наилучшие результаты. Позже в программе разработки может использоваться моделирование «программно-аппаратного тестирования», которое объединяет подсистемы на испытательной установке, а компьютер моделирует среду полета и любое оборудование, отсутствующее в моделировании. Некоторое испытательное оборудование, такое как аэродинамические трубы, может использоваться для воссоздания условий полета в качестве части моделирования. Эта техника обнаруживает эффекты реального мира взаимодействий аппаратных средств, которые трудно обнаружить или моделировать. Например, шаттл США никогда не проходил летных испытаний в его заключительной конфигурации. Хотя многочисленные компоненты и подсистемы были тщательно проверены, шаттл полетел с командой впервые при запуске — крайне маловероятное событие без использования этой технологии.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Хотя это не является абсолютным требованием, современные ракеты используют технологию интеграции проектирования для сокращения времени разработки, уменьшения затрат, контроля и улучшения работы.

Использование в других областях: Подобная технология интеграции проектирования используется для проектирования и объединения систем управления полетом, как в коммерческой, так и в военной авиации.

Внешний вид (заводской): Обычно технология интеграции проектирования имеет форму компьютерной программы, хранимой на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие технологию интеграции проектирования, неотличимы от любых других носителей данных. Кроме случаев, когда программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере, только маркировка и сопровождающая документация могут указать на его предназначение. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

Категория II – Раздел 11

Бортовая радиоэлектронная аппаратура

Категория II – Раздел 11: Бортовая радиоэлектронная аппаратура

11.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

Примечания:
1. Оборудование, указанное в позиции 11.A, включает в себя:
a. оборудование для картографирования местности;
b. оборудование для сканирования местности и корреляции (цифровое и аналоговое);
c. аппаратура доплеровской навигационной РЛС;
d. пассивные интерферометры;
e. пассивные и активные датчики воспроизведения изображения.
2. Оборудование, указанное в позиции 11.A, может экспортироваться как часть пилотируемых летательных аппаратов или ИСЗ или в количествах, предусмотренных для замены соответствующих частей на пилотируемых летательных аппаратах.

11.A.1. Радиолокационные и лазерные локационные системы, включая высотомеры, разработанные или модифицированные для использования в системах, указанных в позиции 1.A.

Техническое примечание:
Лазерные локационные системы включают специализированные средства передачи, сканирования, приема и обработки сигнала в целях использования лазеров для определения дальности, направления (пеленга) и распознавания целей путем обнаружения и определения характеристик отраженного сигнала и радиальной скорости.

Характер и назначение: Радары и лазерные радары — сложные активные сенсорные системы, которые могут использоваться для разведки, самонаведения на цель или наведения в беспилотных летательных аппаратах (БЛА), особенно крылатых ракетах. Эти системы включают технологии лазерного обнаружения и локации (LADAR) и светового обнаружения и локации (LIDAR). Эти термины часто используются попеременно и в общем могут быть использованы для описания устройств, которые используют лазерную энергию для определения дальности или получения снимка объекта. Радарные корреляторы с эталонной картографической программой использовались в БЛА и баллистических ракетах. Радар и лазерные высотомеры являются несколько более простыми устройствами, используемыми для навигации и обхода препятствий в крылатых ракетах и оружейных системах, имеющих свойства крылатых и баллистических ракет. В последние годы передатчики, приемники, антенны и электронная обработка существенно улучшились технологически.

Метод эксплуатации: Радар, системы LADAR и LIDAR работают аналогичным образом. Они испускают импульс электромагнитной энергии и улавливают энергию, отраженную им от ландшафта или нижерасположенной цели. Расстояние вычисляется как произведение половины времени, прошедшего между передачей сигнала и приемом, и скоростью света. Направление к цели или препятствию определяется углом между двумя импульсами. Изображение препятствия или цели, созданное таким образом, можно сравнить с сохраненными изображениями, и курс ракеты может поменяться соответствующим образом.

Радар и лазерные высотомеры работают точно так же, но измеряют только расстояние от ракеты до земли. Такие высотомеры делают точные измерения расстояния над землей, чтобы помочь низко летающим ракетам избежать препятствий и, при сравнении с картами возвышения, могут использоваться как навигационные пособия. Радарные высотомеры могут также использоваться в высотном плавлении баллистических ракет.

Доплеровские системы навигации работают как радарные высотомеры, но сравнивают частоты, а не время транзита, переданных лучей и возвращенной энергии. Изменение в частоте (доплеровский сдвиг) является результатом движения ракеты относительно земли и может быть непосредственно преобразовано в скорость ракеты. Многочисленные антенны могут измерить ракетную скорость в любом направлении, если они получают достаточно возвратной энергии. Эта информация о скорости может использоваться для коррекции накопленных ошибок наведения.

- Австрия
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Южная Африка
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Тайвань
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Эти системы используются в крылатых ракетах как датчики для распознавания цели, наведения и подрыва боеголовки. Они также используются как навигационные средства для того, чтобы держать ракету на предписанном курсе полета и на определенных высотах полета. Такие датчики могут также использоваться для наведения на конечном участке траектории или подрыва баллистических ракет.

Другие способы использования: Радар и доплеровские навигационные системы используются в военной и коммерческой авиации и судах для навигации, погодного обнаружения и предотвращения столкновений. Радарные высотомеры обычно используются в многочисленных целях, таких как определение высоты относительно уровня местности на многих типах самолетов. Лидары использовались для атмосферных измерений, океанографических исследований и исследований продуктов горения.

Внешний вид (заводской): Радарные системы для ракет и БЛА (самонаводящиеся или с датчиками) обычно разрабатываются как единый узел, состоящий из подсистемы антенны, расположенной на одном конце системы и подъемной силы, подсистем контроля и обработки данных, расположенных в одном или более (отдельных, но соединенных) корпусах. Подсистема антенны является обычно круглым или продолговатым излучающим и воспринимающим элементом формирования пучка, связанным с усилителем мощности и с волноводами, обычно прямоугольными трубками, переводящими сигнал от усилителя к излучателю. Антенны являются плоскими или параболическими по форме и должны соответствовать диаметру ракеты. Антенны устанавливаются в электронные сканирующие системы или крепятся на шарнирах в механических сканирующих системах. Элементы крепления антенны и и структура опоры достаточно сильны для поддержки стабильности и точности при существенных ускорениях, вызванного запуском, турбулентностью и маневрированием.

Форма и вес структуры опоры и корпусы вспомогательного оборудования сильно изменяются в зависимости от системы, но могут иметь некоторые особенности, специфические для ракетных приложений. Например, чтобы уменьшить площадь поперечного сечения ракеты и улучшить охлаждение, ящики для аппаратуры могут иметь одну или более цилиндрических или конических поверхностей и могут иметь крепежные приспособления, чтобы гарантировать хороший контакт с поверхностью ракеты или обеспечить приток хладагента, а не использовать внешние стабилизаторы для воздушного охлаждения.

Радарные высотомеры вообще намного меньше чем устройства радиолокационного наведения или другие датчики с неподвижными антеннами передатчика и приемника открытой установки. Эти антенны, которые должны быть направлены к земле, являются обычно плоскими, прямоугольными, или круглыми пластинами с монтажной поверхностью, соответствующей наружной части ракеты. Требования к мощности и обработке сигналов являются значительно меньшими, чем для устройств радиолокационного наведения. Передатчик и приемник обычно располагаются в пределах одной коробки, соединенной с антенной коаксиальным кабелем. Эта подсистема обычно имеет объем меньше 0,05 м^3 и не требует внешнего охлаждения. Типичная доплеровская система, состоящая из узла приемника/передатчика/антенны обычно занимает 0,007 м^3, весит меньше 5 кг и требует приблизительно 12 Ватт мощности.

Системы LADAR и LIDAR отличаются от радарных систем в том, что используют намного более короткий видимый свет и инфракрасные волны соответственно. Их легко отличить по линзе или окну снаружи. Системы, работающие на более длинных инфракрасных волнах, имеют оптический порт, который выглядит, как металлический. Как и радарные антенны, оптический блок системы может быть неподвижным или мобильным, а также установлен отдельно. Конструкция является тяжелой, с массивными креплениями. В общем все эти системы имеют монтажные поверхности, которые покрываются не краской, а проводящей антикоррозионной пленкой. Электрическое заземление всего шасси бортовой радиоэлектронной аппаратуры жизненно важно для выживания во враждебной электромагнитной окружающей среде.

Внешний вид (комплектный): Хотя эти системы конструируются, чтобы перенести нормальную эксплуатацию ракеты и хранение, а также суровые условия полета, они должны быть тщательно упакованы, чтобы гарантировать, что экстремальные нагрузки не будут прилагаться транспортировочным контейнером и его окружением. Поскольку структура антенны и система привода особенно чувствительны, они хорошо защищаются. Системы запечатываются в воздухонепроницаемом чехле и транспортируются в мягких контейнерах. Можно использовать широкий диапазон внешних контейнеров, включая металлические барабаны, деревянные ящики и композитные или металлические контейнеры.

11.A.2. Пассивные датчики для определения направления на характерные источники электромагнитного излучения (пеленгаторная аппаратура) или ориентиры на местности, разработанные или модифицированные для использования в системах, указанных в позиции 1.A.

- Австрия
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Южная Африка
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Тайвань
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Системы пеленгации предоставляют аппарату пеленговую информацию (угловую ориентацию) к известным источникам электромагнитного излучения от наземных передатчиков. Ландшафт и целевые особенности могут быть определены системами отображения, обычно камерой, работающем в видимом или инфракрасном (IR) диапазоне. Эти системы пассивны, потому что они получают, а передают энергию; таким образом, ракеты использующие их, гораздо труднее обнаружить. Обе системы используются для наведения БЛА и в качестве датчиков приборно-измерительной аппаратуры, и в некоторых случаях использовались баллистическими ракетами для наведения на конечном участке пути.

Метод эксплуатации: Оборудование пеленгации использует пассивные датчики для получения электромагнитного излучения от наземных передатчиков в различных известных точках. Например, сравнивая относительное время транзита сигналов от двух или больше участков позволяет компьютеру на ракете определять свое

местоположение и курс. Эта информация используется интегрированной системой приборов в полете, чтобы следовать запрограммированному плану полета. Анти-излучающая система наведения наводит ракету на цель, обрабатывая полученную радарную энергию от единственного источника.

Датчики обнаружения для навигации могут использовать особенности ландшафта. Оптический узел состоит из одной или более линз, с фиксированным или изменяемым фокусным расстоянием, усилителя изображения и фотодетектора для преобразования изображения в цифровую карту. Этот узел работает на видимых и инфракрасных длинах волны. Системы видимого света, использующие импульсные вспышки ночью, таким образом становятся полуактивными датчиками. Датчики получают снимки земли в предопределенных точках на курсе запрограммированного полета. Изображения переводятся в цифровую форму и сравниваются с сохраненными снимками тех же участков. Различия между этими двумя снимками преобразовываются в ошибку положения, используемую для корректировки курса аппарата. Альтернативно, датчики обнаружения могут использоваться в наведении с участием человека, при котором изображение района удара передается человеку, который фактически управляет аппаратом. Оператор может вести БЛА до удара или захватить цель, после чего ракета наводится автономно до удара.



Рис. 1: Инфракрасный датчик обнаружения для БЛА (*сверху*) и его электроника. (LFK-GmbH)

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Инерционные системы наведения, обновленные системами обнаружения, могут использоваться для ведения крылатых ракет с исключительной точностью или баллистическими ракетами для наведения на конечном участке пути. Оборудование пеленгации может использоваться БЛА для наведения и баллистическими ракетами для наведения на конечном участке пути.

Другие способы использования: Системы пеленгации используются в авиации, судах и наземных транспортных средствах. Датчики обнаружения используются во многих тактических военных системах для доставки вооружения, особенно в авиации. Технология датчика обнаружения (датчики и алгоритмы) также экстенсивно используется в робототехнике и фотографии. Системы обнаружения, созданные для крылатых ракет, однако, обычно не имеют никаких коммерческих приложений.

Внешний вид (заводской): Пеленгаторы состоят из трех узлов: антенны или антенной решетки, приемника и оборудования для обработки. Антенна является направленной вперед параболической тарелкой или плоской панелью, например фазированной антенной решеткой, обычно крепящейся к шарнирному узлу и подогнанной для установки в конструкции аппарата. Приемник является маленьким узлом с низким энергопотреблением с разъемами для подвода питания и выходов сигнала, а также одним или более коаксиальными разъемами антенны. Оборудование для обработки сигнала может являться

Рис. 2: Пассивный датчик обнаружения является высокоэффективной инфракрасной системой БЛА, которая может обслуживать до шести датчиков. (Northrop Grumman)

неотъемлемой частью другой электроники или располагаться в отдельном электронном коммутаторе. Внешний вид такой электроники для обработки сигнала может очень сильно отличаться и часто зависит от предпочтений изготовителя, а не функциональной цели оборудования. Размер оборудования для обработки сигналя может колебаться от нескольких сантиметров до десятков сантиметров по стороне.

Датчики обнаружения состоят из линзы и датчика видимого или инфракрасного света или камеры. Они используются с электронным узлом, состоящим из источника питания и контролирующей и обрабатывающей электроники, как показано на рис. 1. Другая камера IR показана на рис. 2. Датчики видимого света можно узнать по оптической линзе или окну. Оптический порт датчиков инфракрасного света может выглядеть металлическим. Устройство вспышки имеет большое оптическое окно, покрывающее отражатель и лампу.

Датчики обнаружения могут быть неподвижными или мобильными, а также могут быть установлены отдельно от остальной части радиолокационного оборудования . Монтажные компоненты оптики и несущая конструкция являются крепкими для поддержки стабильности и точности при большом ускорении во время запуска, турбулентности и маневрировании. Поверхность блока рядом с линзой может четко соответствовать форме основания ракеты, потому что линза при полете должна быть направлена к земле.

Внешний вид (комплектный): У антенн и оптических элементов может быть специальная защитная упаковка из-за их чувствительности к ударам. Эти элементы запечатываются в воздухонепроницаемых, влагонепроницаемых вложениях и отправляются в мягких контейнерах. В свою очередь эти пакеты транспортируются в разных контейнерах, включая металлические барабаны, деревянные ящики или специализированные композитные или металлические контейнеры.

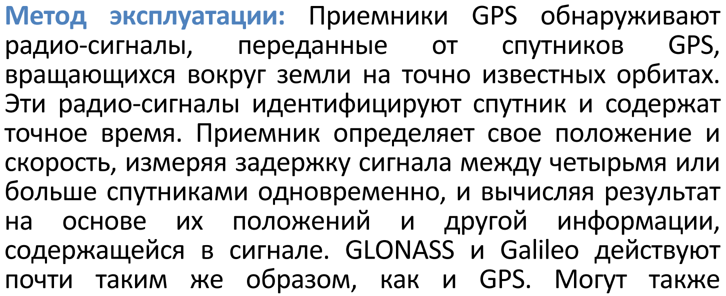
11.A.3. Приемная аппаратура глобальных навигационных спутниковых систем (таких, как GPS, ГЛОНАСС или «Галилео») (и специально разработанные для нее элементы), отвечающая любому из следующих условий:
a. разработана или модифицирована для использования в системах, указанных в позиции 1.A; <u>или</u>
b. разработана или модифицирована для бортового применения и имеет любую из следующих характеристик:
1. способна обеспечивать навигационной информацией при скорости полета более 600 м/с
2. использует дешифровку, разработанную или модифицированную для военного или правительственного применения, для получения доступа к гарантированным сигналу или данным глобальной навигационной спутниковой системы; или
3. специально разработана для функционирования в условиях активных или пассивных помех и способна противостоять воздействующим помехам (антенна с нулевой или стабилизированной диаграммой направленности)

<u>Примечание:</u>
По позициям 11.A.3.b.2 и 11.A.3.b.3 не контролируется оборудование глобальных навигационных спутниковых систем, разработанное для коммерческого и гражданского применения или используемое для обеспечения безопасности жизнедеятельности (например, целостность данных, безопасность полетов).

Характер и назначение: Приемники глобальных навигационных спутниковых систем являются малыми электронными устройствами с разъемами для питания и антенн, и которые используются для очень точного определения положения аппарата и его скорости. Приемники глобальных навигационных спутниковых систем являются одним из трех основных компонентов этих систем, другими являются спутники, вращающиеся вокруг Земли, и наземные станции управления и контроля. GLONASS, Global Positioning System (GPS) и Galileo являются примерами глобальных навигационных спутниковых систем; все они базируются на совокупности активных спутников, которые непрерывно передают сигналы на приемники на Земле.

•Китай	•Франция
•Германия	•Израиль
•Япония	•Российская
•Южная Африка	•Федерация
•Соединенные Штаты	•Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Приемники GPS обнаруживают радио-сигналы, переданные от спутников GPS, вращающихся вокруг земли на точно известных орбитах. Эти радио-сигналы идентифицируют спутник и содержат точное время. Приемник определяет свое положение и скорость, измеряя задержку сигнала между четырьмя или больше спутниками одновременно, и вычисляя результат на основе их положений и другой информации, содержащейся в сигнале. GLONASS и Galileo действуют почти таким же образом, как и GPS. Могут также использоваться комбинированные приемники GPS/GLONASS/Galileo.



Рис. 3: Эта GPS-инерционная навигационная система разрабатывается, чтобы обеспечить надежное и точное позиционирование, навигацию и синхронизацию для критических запусков и возвращаемых аппаратов. (Northrop Grumman)

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Военные и коммерческие приемники глобальных навигационных спутниковых систем, разработанные или измененные для систем, описанных в 1. А., используются в интегрированных системах приборов полета или сложных интегрированных навигационных системах для предоставления решений очень точного позиционирования , навигации и синхронизации для БЛА, включая крылатые ракеты. Специально разработанные приемники могут также использоваться в ракетных системах в качестве вспомогательного средства или обновления для набора наведения и повышения точности.

Другие способы использования: Хотя система GPS была первоначально разработана в военных целях, приемники глобальных навигационных спутниковых систем имеют широкую область применений. Приемники глобальных навигационных спутниковых систем используются в гражданской авиации и других системах транспортировки, при оказании помощи при стихийных бедствиях и в аварийных службах, проводя съемку местности и создавая карту.

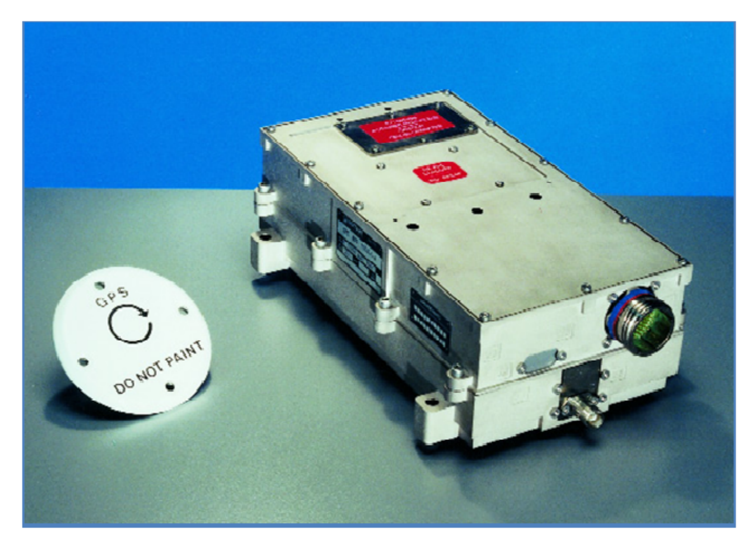




Рис. 4: *Слева:* приемник/процессор глобальной навигационной спутниковой системы с участком антенны. (Sextant Avionique) *Справа:* приемник/процессор глобальной навигационной спутниковой системы. (Litton Guidance & Control Systems)

Внешний вид (заводской): Приемники глобальных навигационных спутниковых систем являются маленькими (часто всего лишь несколько сантиметров на стороне) и весьма легкими (часто меньше 1 кг). Приемники глобальных навигационных спутниковых систем, управляемые РКРТ, не всегда можно визуально отличить от неконтролируемых приемников, потому что высотные и скоростные пределы вносятся в микросхемы в ПЗУ. Определение того, управляется ли данный приемник глобальных навигационных спутниковых систем РКРТ, лучше всего проводить на основании модели приемника, серийного номера и сопутствующей документации. Приемники глобальных навигационных спутниковых систем также доступны в качестве части полного пакета наведения, как показано на рис. 3.

Внешний вид (комплектный): Упаковка типична для маленьких, дорогих электронных устройств. Устройства для военного применения очень хорошо упаковываются, чтобы защитить их от влажности при длительном хранении.

11.A.4. Электронные устройства и их элементы, разработанные или модифицированные для использования в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A, и специально разработанные для военного применения и эксплуатации при температуре выше 125°C

Характер и назначение: Ограниченное пространство на ракетных системах и БЛА требует проектирования и изготовления маленьких, но очень мощных (большая мощность и плотность) систем. Если электроника может быть разработана для противостояния высоким температурам, то можно избежать дополнительного веса от материалов, требуемых для охлаждения. Электронные узлы и компоненты, используемые в таких ситуациях, являются результатом экстенсивной разработки и тестирования для обеспечения надежности при использовании в высокотемпературной окружающей среде. Основная цель прочных, устойчивых к высокой температуре электронных устройств состоит в том, чтобы гарантировать продуктивность и надежность оружейных систем при одновременном уменьшении веса и места.

Специализированное оборудование обеспечивает улучшенную навигационную работу существующим авиационным конструкциям.

Оборудование для картографии рельефа (TERCOM) комбинирует радарные измерения высотомера с переведенными в цифровую форму данными картографии ландшафта, установленными в ракетной системе наведения.

Картография снимков и корреляция используют оптические датчики для сбора информации о ландшафте, которая затем сравнивается с цифровыми снимками, сохраненными в бортовом компьютере.

Доплеровское радарное оборудование для навигации использует эффект Доплера для отслеживания наземных характеристик с периодичной частотой с целью определения скорости авиационной конструкции, включая боковой снос. Часто доплеровская радарная информация используется, чтобы обновить инерционную навигационную информацию на компьютере наведения.

Пассивное оборудование интерферометра использует цифровой снимок, соответствующий коррелятору области (DSMAC), чтобы разрешить БЛА идти к цели, сравнивая изображения, захваченных видео камерой в летательном аппарате с переведенными в цифровую форму изображениями в шкале серых тонов, сохраненными в бортовом компьютере. Из-за ограничений памяти в бортовом компьютере хранятся только изображения непосредственной цели. Эта система активизируется, как только первичная система наведения проводит БЛА к области удара.

Оборудование датчика обнаружения может быть разделено на две категории: активное и пассивное. Активным датчикам обнаружения для работы необходим сигнал датчика. Активные датчики получают и обрабатывают отраженные сигналы. Примерами активного оборудования датчика обнаружения являются синтетические радары апертуры (САР) или лазерные радары обнаружения. Пассивные датчики обнаружения получают сигналы, испускаемые или отраженные объектами в окружающей среде. Примерами пассивных датчиков обнаружения являются оптические матрицы, чувствительные к видимым, инфракрасным или ультрафиолетовым спектрам. В большинстве случаев данные от датчиков обнаружения используются, чтобы исправить ошибки наведения при корреляции изображения с предварительно сохраненными изображениями цели и для передачи ошибок положения назад программному обеспечению наведения и контроля.

Метод эксплуатации: Военные электронные узлы и компоненты обычно питаются от батарей и работают так же, как и другая электроника. Однако, они разработаны с большим резервом против возникновения неисправности и их улучшенная надежность была подтверждена термоциклированием и испытанием на долговечность.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Жаростойкая электроника используется в компьютерах наведения, инерционных навигационных системах и возвращаемых аппаратах в баллистических ракетах. Они также используются в радарах, компьютерах и системах самонаведения на БЛА.

Другое использование: Электронные узлы и компоненты имеют фактически неограниченную область применения во всех типах военной авиации и других военных систем. Те же типы узлов с похожими спецификациями часто используются в коммерческой авиации и морских судах.

Внешний вид (заводской): Электронные узлы являются обычно маленькими и легкими (несколько сантиметров по длине на стороне и несколько грамм по весу). Компоненты этих узлов похожи на компоненты, используемые во многих коммерческих приложениях. Однако, электронные узлы, используемые в военных целях, часто герметично запечатываются в металлических или керамических контейнерах, а не в прозрачных пластмассовых цифровых процессорах изображения (DIP), используемых для упаковки коммерческих узлов. Исключениями являются высокоэффективные процессоры, такие как четырехъядерный процессор обработки цифрового сигнала (DSP) (см. иллюстрацию 6) в упаковке многочипового модуля, который включают стековые чипы памяти с высокой плотностью записи для исключительной скорости и емкости памяти. Присутствие таких дорогих устройств предполагает возможное военное использование; однако, некоторые узлы могут выглядеть вполне обычно, как показано на иллюстрации 5.

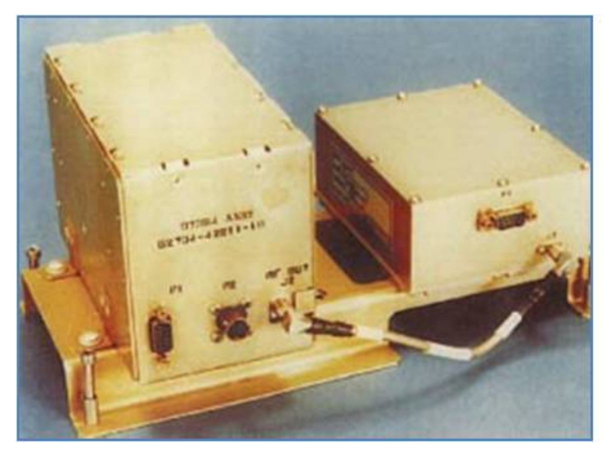


Рис. 5: электронный бокс БЛА. (AAI Corporation)



Рис. 6: Процессор обработки цифрового сигнала со снятой крышкой. Размер составляет 5 см на 7,5 см на каждой стороне. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Электронные узлы для военных целей часто разрабатываются с возможностью рассеивать высокую температуру. На некоторых узлах встроенные теплоотводы дополняются водяным охлаждением. Кабельное сопряжение оборудовано прочными цилиндрическими разъемами или малыми, крепящимися при помощи болтов, разъемами с изолированными кабелями. Электроника часто устанавливается внутри внешней радиочастотной (RF) изоляции (клетка Фарадея), которая может быть герметично запечатана или быть вентилируемой внешним давлением. Герметичные резервуары иногда используются для ракет и БЛА, который должны работать на большой высоте, для отведения высокой температуры к корпусу и стойке теплоотвода. Корпусы выполняются главным образом из алюминия с выступающими металлическими поверхностями, покрытыми краской или коррозионностойкими материалами, например никелированием.

Внешний вид (комплектный): Электронные узлы и компоненты обычно транспортируются в полиэтиленовых пакетах с отметкой об электростатически чувствительном устройстве, амортизированные пенорезиной или пузырчатой упаковкой для защиты от удара, и транспортируются в картонных коробках или, для грузов более 20 кг, деревянных ящиках.

11.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

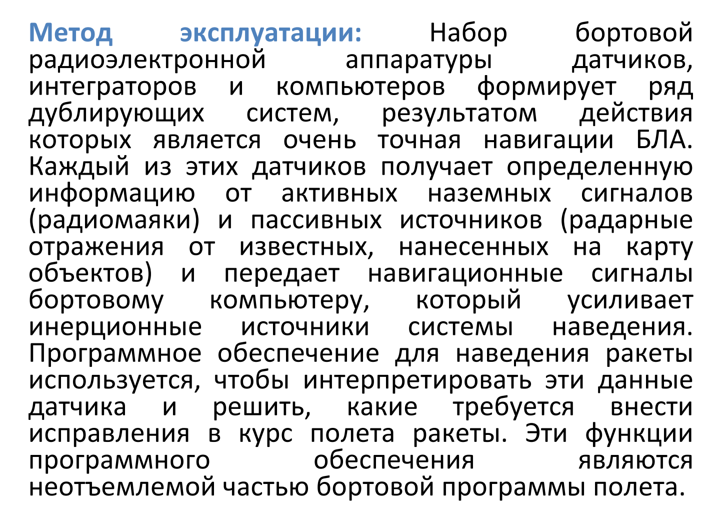
11.C. Материалы

Нет.

11.D. Программное обеспечение

11.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позициях 11.A.1, 11.A.2 или 11.A.4.

Характер и назначение: Радар БЛА, лазер, лазерные и инфракрасные радарные системы используют программное обеспечение, чтобы интерпретировать и перевести отраженные сигналы в информацию о зондировании, самонаведении на цель или наведении (используются техники по данным о местности). Оборудование пеленгации использует навигационное программное обеспечение, чтобы определить (по получении двух или больше навигационных маяков) местоположение аппарата и курс. Автоматизированные навигационные системы могут использовать это оборудование запрограммированные планы полета для наведения аппарата на область удара. Датчики обнаружения могут тогда использовать методы картографирования для наведения аппарата или его оружия на цель. Доплеровские радарные системы используются в БЛА для определения скорости и могут использоваться в баллистических ракетах, если доплеровские системы могут получить достаточно отраженной энергии. Программное обеспечение полета БЛА или баллистической ракеты используется для начала и управления полетом аппарата, ведения авиационной конструкции к цели, а затем выпуска оружие для точного поражения цели.



Метод эксплуатации: Набор бортовой радиоэлектронной аппаратуры датчиков, интеграторов и компьютеров формирует ряд дублирующих систем, результатом действия которых является очень точная навигации БЛА. Каждый из этих датчиков получает определенную информацию от активных наземных сигналов (радиомаяки) и пассивных источников (радарные отражения от известных, нанесенных на карту объектов) и передает навигационные сигналы бортовому компьютеру, который усиливает инерционные источники системы наведения. Программное обеспечение для наведения ракеты используется, чтобы интерпретировать эти данные датчика и решить, какие требуется внести исправления в курс полета ракеты. Эти функции программного обеспечения являются неотъемлемой частью бортовой программы полета.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Эти устройства используются для содействия навигации баллистической ракеты и БЛА.

Другие способы использования: Радар, лазерные системы и оборудование пеленгации используются в гражданской и военной авиации для усиления инерционных навигационных систем.

Внешний вид (заводской): Типично радарное системное программное обеспечение, программное обеспечение, используемое с пассивными датчиками и программным обеспечением полета, подходящее для систем 1.А., имеет форму компьютерных программ, сохраненных на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые обыкновенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, неотличимы от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация может указать на его предназначение, кроме случаев, если программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

11.D.2. «Программное обеспечение», специальное разработанное для «использования» оборудования, указанного в позиции 11.А.3.

Характер и назначение: Программное обеспечение глобальных навигационных спутниковых систем переводит спутниковые сигналы в информацию о положении, которая затем используется в системах наведения ракетных систем или БЛА. Обработка может также включать алгоритмы расшифровки, которые позволяют приемнику получать доступ к более точной военной информации расположения.

Метод эксплуатации: Приемники глобальных навигационных спутниковых систем повышенной защищенности могут быть установлены в ракетных системах или в БЛА. Программное обеспечение глобальных навигационных спутниковых систем решает алгоритмы, включающие эти сигналы, и получает точную информацию о положении и скорости. Это программное обеспечение обычно является неотъемлемой частью бортового программного обеспечения полета.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Приемник глобальных навигационных спутниковых систем может использоваться для усиления полученных с помощью оборудования инерционных данных о положении и скорости, или может служить в качестве первоисточника этой информации.

Другие способы использования: Программное обеспечение глобальных навигационных спутниковых систем специализируется и разрабатывается для работы с определенными приемниками.

Гражданские (менее точные) системы могут быть модернизированы до систем военного применения (точность позиционирования <6 метров в любом направлении, более точная информация о скорости), расшифровывая более точную информацию синхронизации спутника.

Внешний вид (заводской): Обычно программное обеспечение глобальных навигационных спутниковых систем имеет форму компьютерной программы, хранимой на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые обыкновенные носители, включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, могут содержать это программное обеспечение и данные. Приемники GPS, регулируемые РКРТ, не всегда можно визуально отличить от неконтролируемых приемников, потому что высотные и скоростные алгоритмы вносятся в ПЗУ или программное обеспечение.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, неотличимы от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация может указать на его предназначение, кроме случаев, если программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

11.E. Технология

11.E.1. «Технология», разработанная для защиты бортового радиоэлектронного оборудования и электрических подсистем от опасного воздействия электромагнитных помех (ЭМП) и электромагнитных импульсов (ЭМИ), генерируемых внешними источниками:

a. «технология» разработки экранирующих систем;

b. «технология» разработки конфигураций электрических схем и подсистем повышенной защищенности;

c. «технология» определения критериев повышенной защищенности для вышеуказанного оборудования.

11.E.2. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позиции 11.A или 11.D.

- Китай
- Франция
- Япония
- Соединенное Королевство
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Глобальное производство

Глобальное производство



Характер и назначение: Электромагнитные импульсы и технология электромагнитных помех используются для увеличения долговечности систем в условиях интенсивного искусственного радиочастотного шума, особенно радиочастотного шума, вызванного взрывом ядерного оружия. Технология использует по крайней мере три подхода, часто одновременно: формирует чувствительные схемы для минимизации помех; помещает схемы в проводящие боксы; защищает провода ввода/вывода устройствами шумоподавления, обычно внутри проводящего бокса.

Хотя технология, используемая для защиты схем от электромагнитных импульсов и электромагнитных

помех, обычна и непримечательна, определение требований и внедрение их - непростая задача. Топология схема, использование устройств подавления, модели предсказания эффектов оружия и создание критериев могут быть исследованы интерактивными компьютерными программами, которые получают параметры оружия и системы, и используют их, чтобы оценить угрожающую среду, например магнитные и электрические поля.

Метод эксплуатации: Защита от электромагнитных импульсов и электрома гнитных помех обычно пассивна. Радиочастотные корпусы рассеивают радиочастотную энергию в качестве электрического тока в проводящей внешней оболочке. Особое внимание уделяется крышкам и отверстиям для предотвращения просачивания магнитного поля в корпус; для закрытия таких отверстий обычно используются металлические прокладки и экраны. Устройства подавления ввода/вывода просто заземляет электрические поля или обеспечивает высокое сопротивление высокочастотными дросселями и фильтрами. Однако, некоторые устройства подавления (например, стабилитроны, оградительные диоды, искровые промежутки и металлические окисные варисторы) изменяют свое сопротивление при определенном напряжении или уровнях тока.

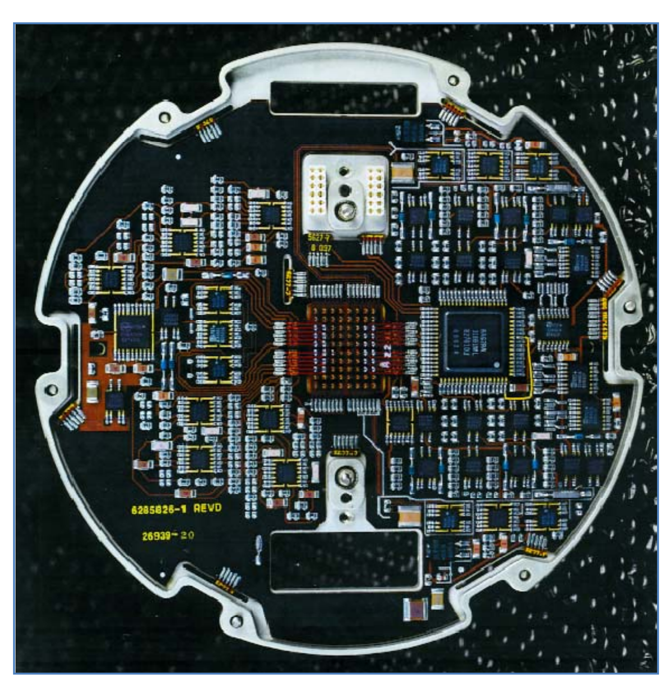


Рис. 8: Электронный модуль электромагнитных помех/электромагнитного пульса. (Sabritec)



Рис. 7: Выбор устройств подавления электромагнитного интерфейса. (Sabritec)

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Технология проектирования электромагнитных импульсов и электромагнитных помех используется в баллистических ракетах для защиты комплекта наведения и электронного оборудования в возвращаемом аппарате от эффектов электромагнитных импульсов и электромагнитных помех от соседних ядерных взрывов. Она также используется для защиты пиротехнических устройств, например систем разделения ступеней от преждевременного воспламенения. Эта технология может использоваться в БЛА, но они преимущественно должны быть защищены только против более низких уровней электромагнитных импульсов и электромагнитных помех, которые встречаются на значительном расстоянии от ядерных взрывов или других источников помех.

Другие способы использования: Технология проектирования электромагнитных импульсов и электромагнитных помех используется в спутниках, частично в военной авиации и оружейных системах. Подобная

технология электромагнитных импульсов используется в проектировании некоторых коммерческих электронных систем, таких как коротковолновое радио- и стереооборудование для уменьшения или предотвращения помех от других электронных устройств. Устройства подавления перегрузки от молнии на источниках питания и шнурах является еще одним примером защиты от электромагнитных импульсов и помех.

Внешний вид (заводской): Такая технология проекта может иметь форму технической помощи, включая обучение и консультационные услуги. Технология может также иметь форму проектов, планов, диаграмм, моделей, формул, технических проектов и спецификаций, руководств и инструкций, письменных или записанных на других носителях или устройствах, таких как диск, лента и ПЗУ.

Некоторые технологии проектирования передаются непосредственно с оборудованием. Узлы экранированы от радиопомех в металлических (обычно алюминиевых) корпусах. Для очень легких применений, используются прочные композитные или массивные пластиковые ящики с тонким металлическим покрытием для экранирования от радиопомех. Покрытием обычно является алюминий, часто на внутренней поверхности ящика. Выступающие металлические поверхности часто покрывают краской или коррозионностойкими материалами, например никелированием. Некоторые устройства подавления EMI показаны на Рис. 7. Электронный модуль EMI/EMP показан на Рис. 8. Электроника защищается алюминиевым периметром, который служит клеткой Фарадея от радиопомех, если он герметично запечатан сцепляющимися модулями и покрытием. Алюминиевая поверхность под схемной платой служит разделителем радиочастот от внутренних модулей. Отверстия для болтов на крышке располагаются каждые несколько сантиметров, чтобы предотвратить промежутки в корпусе и поддержать равномерное давление на прокладку подавления радиочастот, которая может быть выполнена из мягкого металла, заполнена металлом, быть металлическое пружиной или проволочной сеткой. Электроника EMI/EMP может иметь почти любую форму для соответствия пространственным ограничениям.

Внешний вид (комплектный): Технология в виде сообщений, данных и производящих критерии программ может быть упакована в негабаритных деловых конвертах или в обычной транспортной таре компьютерных электронных носителей. Электронные узлы EMP/EMI обычно транспортируются с пенорезиной или пузырчатой оберткой для защиты от ударов в картонных ящиках или, если они весят больше 20 кг, в деревянных ящиках. Иногда они транспортируются в пластиковых пакетах, помеченных «Электростатически-чувствительное устройство» (ESD), даже если они не ESD-чувствительны.

Категория II – Раздел 12

Оборудование для обеспечения пуска

Категория II–Раздел 12: Оборудование для обеспечения пуска

12.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

12.A.1. Устройства и приборы, разработанные или модифицированные для обслуживания, проверки, приведения в действие и запуска систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2.

Характер и цель: Аппарат и устройства включают стартовый комплекс, пусковые башни, бункеры, шахтные пусковые установки, грузоподъемное оборудование, оборудования для тестирования и проверки систем, топливозаправочное оборудование, оборудование для проверки компланарности и оборудование для командования и управления. Некоторое указанное оборудование является относительно простым, например стартовые площадки. Другие компоненты, например сложные стартовые площадки и стартовые площадки башенного типа, используемые для современных ракет-носителей (SLV), намного более сложны. Определяющим фактором для включения в пункт 12.A.1. является условие разработки или модификации компонента для систем, указанных в положениях 1.A., 19.A.1. или 19.A.2.



Рис. 1: Стакан вертикальной шахты устанавливается в пусковой шахте ракеты при строительстве пускового комплекса. (The Boeing Company)

Метод эксплуатации: Тип оборудования, используемого во время запуска баллистической ракеты зависит от способа, которым ракета доставляется на стартовую площадку. В большинстве подходов ракета поставляется на участок грузовиком, поездом или, на стартовой площадке, локомотивом. Ракета тогда помещается или специальными установщиками, построенными для участка и ракеты, или подъемным краном, присоединенным к постоянной пусковой башне. В стартовые шахты ракеты помещаются подъемным краном на транспортере, который понижает ракету в шахту; альтернативно, ракетные ступени опускаются подъемным краном или лебедкой в шахту и собираются внутри шахты (см. иллюстрацию 1).

Полные системы наведения ракет часто настраиваются и калибруются с помощью компасов и/или исследовательским оборудованием. Эта настройка может быть выполнена однократно, а затем регулярно обновляться до запуска. Многие системы наведения способны к самонастройке, детектируя земное вращение. До запуска данные о цели и профиль полета загружаются в систему наведения. Работа подсистемы проверяется электрическим и оборудованием для тестирования программного обеспечения, присоединенным к ракете кабелями от центра управления. Ракеты , находящиеся в готовности, проверяются непрерывно. Когда статус всех ответов подтверждается, как

удовлетворительный, транспортное средство готово к запуску, и последовательность пусковых операций выполняется по команде. Беспилотные летательные аппараты (БЛА), особенно крылатые ракеты, обычно разрабатываются для платформ многократного запуска (со стандартизированными интерфейсами).



Рис. 2: Стартовая площадка с шаттлом на мобильной пусковой платформе до запуска. (NASA)



Рис. 3: Минимальная стартовая площадка с пусковой башней и соединениями к законченной ракетной системе. (Руководство по оборудованию, программному обеспечению и технологиям РКРТ с приложениями, третье издание (май 2005 года))

- Австрия
- Бразилия
- Франция
- Индия
- Израиль
- Япония
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Тайвань
- Королевство
- Соединенные Штаты

- Аргентина
- Китай
- Германия
- Иран
- Италия
- Нидерланды Пакистан
- Швеция
- Соединенное
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Типичное использование для ракет: Оборудование поддержки запуска должно подготавливать и запускать ракеты. Некоторые из этих устройств (системы наведения и оборудования для командования и управления) продолжают наблюдать за ракетой и управлять ею на всех стадиях профиля полета.

Другие области применения. Гидравлические системы, электроника управления, компьютеры, резервуары и трубы, коммуникационное оборудование, требуемое для ракетного запуска, подобны, если не идентичны, компонентам, используемым для многочисленных иных целей. Транспортировка, обращение, подъемно-установочное оборудование и алгоритмы наведения на цель и тестирования часто являются уникальными для каждой ракеты, без другого применения. Оборудование, установленное в шахте запуска, часто является уникальным, разработанными специально для запуска баллистической ракеты и не имеет никакого коммерческого применения.

Внешний вид (заводской): Стартовые комплексы

современных ракет-носителей (РН) являются чрезвычайно большими и сложными, состоя из отдельных зданий для сборки аппарата, гусеничных транспортных машин (мобильные платформы запуска) для транспортировки космических кораблей со сборных пунктов на стартовую площадку и установленные башни обслуживания (см. рис. 2).

Площадки для запуска меньших систем могут иметь бетонную плиту, относительно малую подставку, на которой размещается ракета, и пусковые башни из стальных балок. На стартовых площадках, предназначенных для военного использования, обычно отсутствуют хранилища ракетного топлива, оборудование для его перекачки и хранения, эти действия выполняются автоцистернами и передвижными насосными установками. На них также отсутствует постоянное оборудования для команды на пуск, управления и проверки состояний системы — эти действия выполняются передвижным оборудованием.

Внешний вид (комплектный): Полный размер стартовых площадок, пусковых башен и пусковых шахт требует того, чтобы такой аппарат обычно собирался на месте и редко доставлялся собранным. В зависимости от их размера и веса электронные компоненты и консоли обертываются и запечатываются в набивку, чтобы защитить их от ударов и влажности при транспортировке и хранении, а затем упаковываются отдельно в ящиках или контейнерах. Электронное оборудование, используемое в некоторых защитных установках контроля пуска малого и среднего размера часто устанавливается в защитной установке, а целая защитная установка устанавливается на транспортировочной платформе. Некоторое электронное оборудование поддержки запуска портативно и уменьшено до размера чемодана.

12.A.2. Транспортные средства, разработанные или модифицированные для транспортировки, обслуживания, проверки, приведения в действие и запуска систем, указанных в позиции 1.A.

Характер и цель: Ракеты и БЛА, описанные в 1.A., запускались с открытых платформ, поездов, самолетов, судов и подводных лодок. За исключением больших и более мощных БЛА, способных к автономному взлету, большинство запусков ракет и реактивных снарядов (включая запуски с неподвижных участков) требует использования транспортных средств, особенно для транспортировки и эксплуатации.

Транспортные средства, модифицированные для перевозки, возведения и запуска ракет являются необычными, потому что не имеют другого практического применения. Некоторые из этих транспортных средств, называемые транспортно-пусковыми установками (ТПУ), предоставляют мобильную платформу для запуска, независимую от стационарных пусковых комплексов. Альтернативно, ракеты можно перевозить и запускать с (мобильных) пусковых установок (ПУ или МПУ), которые часто буксируются грузовиками, называемыми тягачами. Транспортные средства, модифицированные для перевозки оборудования оперативного управления, требуемого для активации, прицеливания и управления ракетами или БЛА, также отличаются. Компонент 12.A.2. управляет транспортным средством, включая бортовое оборудование, часть которого управлялась бы компонентом 12.A.1. при вынесении за пределы транспортного средства.

•Австралия
•Бразилия
•Китай
•Египет
•Франция
•Германия
•Индия
•Иран
•Ирак
•Израиль
•Италия
•Япония
•Ливия Северная
•Корея
•Пакистан
•Российская Федерация
•Южная Корея
•Сирия Украина
•Испания
•Соединенное Королевство
•Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: ТПУ и другие мобильные пусковые установки выполняют ту же подготовку и функции запуска, как и стартовые опоры, описанные в 12.А.1. ТПУ обычно загружается его ракетой или БЛА подъемным краном (который может быть частью ТПУ) на участке погрузки. ТПУ транспортирует ракету или БЛА к стартовой площадке, где она устанавливается в стартовое положение. Некоторые ракеты заправляются на этом этапе отдельным танкером и пере в этом пункте отдельным танкером и передвижными насосными установками; другие могут транспортироваться уже заправленными. Команда старта подключает электрические соединения к аппарату и гарантирует, что все подсистемы готовы к старту. Перед запуском загружается информация прицеливания и курса, а система наведения настраивается и калибруется.







Рис. 3: ***Сверху*****: ТПУ с восемью и четырьмя осями, несущие межконтинентальные баллистические ракеты (МБР; передний план), и баллистические ракеты средней дальности (БРСД). (Через китайский Интернет)**

Рис. 5: ***Сверху и справа*****: Носитель крылатых ракет с пуском с поверхности. (Через китайский Интернет)**

Рис. 6: ***Справа:*** **Транспортное средство наземного управления (транспортное средство, слева), способное управлять серией систем БЛА. (AAI Corporation)**

Типичное использование для ракет: Для законченных ракетных систем БЛА требуются транспортные средства, разработанные или модифицированные для систем, таких как ТПУ и/или связанных транспортных средств поддержки и оперативного управления.

Другие области применения: Эти транспортные средства, их гидравлические системы, электроника управления, компьютеры и коммуникационное оборудование обычно собираются из различного коммерческого и военного оборудования.

Внешний вид (заводской): Отличительным признаком ТПУ, разработанных для баллистических ракет, является наличие механизма монтажа, способного устанавливать ракету в вертикальное положение. Транспортное средство может перевозиться на платформе, но большинство из них являются большими транспортные средствами размером с тягач с прицепом или грузовик, с 3-8 осями и резиновыми шинами. Примеры этих типов транспортных средств показаны на рис. 4.

ТПУ или МПУ, разработанные для БЛА, характеризуются их относительной простотой и присутствием

конструкции для запуска (такой как рельс или контейнер), которая иногда наклонена для запуска. Конструкция для запуска может иметь различный размер и вес в зависимости от БЛА, который будет запущен. Конструкции для запуска могут иметь размеры всего 2-3 м для пусковых установок БЛА с гидравлическим или ракетным запуском. Подобные конструкции для запуска могут быть установлены на гусеничном колесном транспортном средстве (см. рис. 5). Пример грузовика оперативного управления, который может сопровождать ТПУ и МПУ, показан на рис. 6.

Внешний вид (комплектный): Рельсы запуска и механизмы монтажа, используемые в ТПУ или МПУ, обычно объединяются с шасси транспортного средства или трейлера. В результате эти устройства помещаются в их нормальное исходное положение на мобильном транспортном средстве или трейлере при упаковке для транспортировки от производственного объекта. Транспортные средства ведутся, буксируются или транспортируются по железной дороге к объекту потребителя. Другие транспортные средства будут упакованы так же, как и другие военные или коммерческие транспортные средства.

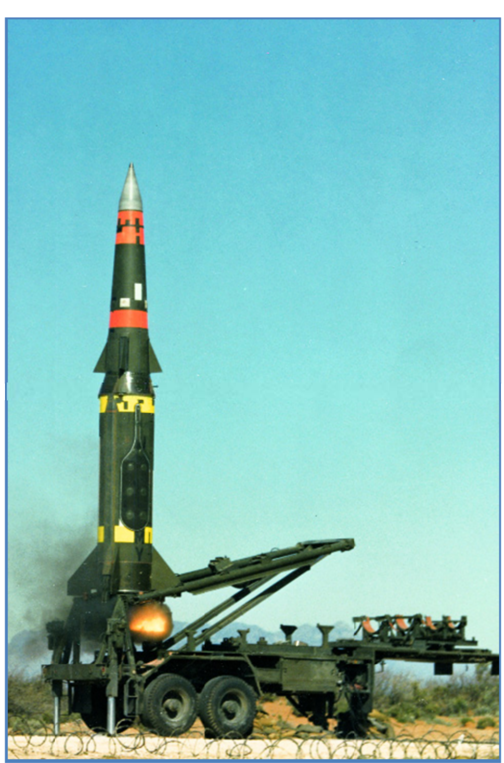




Рис. 7: ***Слева***: **пусковая установка, отделенная от тягача. (Оборудование РКРТ, руководство приложения «Программное обеспечение и технология», третий выпуск (май 2005))** ***Сверху справа***: **пусковая установка транспортера для больших крылатых ракет категории II. (Оборудование РКРТ, руководство приложения «Программное обеспечение и технология», третий выпуск (май 2005))** ***Снизу справа***: **Пусковая установка для БЛА с реактивным запуском и его фургон оперативного управления. (Teledyne Ryan Aeronautical)**




Рис. 8: ***Слева:*** **Пневматическая пусковая установка БЛА.** ***Справа:*** **Транспортные средства оперативного управления, применяющиеся для запуска ракеты со стационарных или мобильных позиций. (Руководство по оборудованию, программному обеспечению и технологиям РКРТ с приложениями, третье издание (май 2005 года))**

12.A.3. Гравиметры, гравитационные градиентометры и специально разработанные для них элементы, разработанные или модифицированные для использования на авиационных или морских носителях и обладающие погрешностью в стационарном и эксплуатационном режимах 7 × 10-6 м/с2 (0,7 мГал) и менее, с временем выхода на устойчивый режим измерения не более двух минут, используемые для систем, указанных в позиции 1.A.

- *Датчики относительного тяготения*
  - Канада
  - Китай
  - Германия
  - Российская Федерация
  - Соединенные Штаты
- *Градиентометры Силы тяжести*
  - Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и цель: Измерители силы тяжести и градиентометры силы тяжести очень точно измеряют величину силы силы тяжести в различных местоположениях. Эти данные используются, чтобы создать детализированные карты поля тяготения Земли на несколько километров вокруг стартовой площадки баллистической ракеты, потому что местные изменения силы тяжести могут вызвать погрешности в инерциальном наведении, если этому не будет уделено внимание в программном обеспечении наведения ракеты. Самолеты, вертолеты, суда и субмарины, снабженные измерителями тяжести, могут создавать карты силы тяжести в море. Самолеты и вертолеты, снабженные измерителями тяжести, могут создавать карты силы тяжести в горной местности. Градиентометры силы тяжести могут также использоваться в качестве датчиков в системах наведения для повышения точности.

Метод эксплуатации: Методы работы меняются в зависимости от различных типов оборудования. Некоторые точно измеряют время падения падающей массы; другие используют ряд подвесных электромагнитных акселерометров с повторной балансировкой силы, которые вращаются на поворотном магазине. Некоторыми можно выполнять измерения с самолета, судна или субмарины в движении, другие опускаются на поверхность земли или морского дна. Системы, разработанные для работы на движущейся платформе, например судне или самолете, нуждаются в гироскопах с инерциальным навигационным качеством и акселерометрах для двухосной стабилизации чувствительной платформы. Системам, разработанным для опускания на поверхность земли или морского дна, необходимо только автоматически нивелироваться.

Градиентометры силы тяжести используют набор очень высококачественных акселерометров на точной поворотной площадке. Поскольку акселерометры вращаются в горизонтальной плоскости, они фиксируют небольшие различия силы тяжести по окружности поворотной площадки. Разница между средними показаниями, взятыми на восточной и западной сторонах поворотной площадки, разделенная на диаметр поворотной площадки, дает продольный градиент силы тяжести.

Точно так же разница между средними показаниями, взятыми на северной и южной сторонах поворотной площадки, разделенная на диаметр поворотной площадки, дает широтный градиент силы тяжести. Использование нескольких акселерометров уменьшает эффект масштабного коэффициента сдвига отдельного акселерометра, а вращение акселерометров по окружности фактически устраняет эффект сдвига уклона.

Типичное использование для ракет: Для очень точных систем требуются карты силы тяжести на несколько сотен километров в области стартовых площадок баллистических ракет. Бортовые измерители силы тяжести могут использоваться для картографирования больших областей пересеченной местности или открытого моря рядом с горными дорогами или другими областями, где могут применяться мобильные ракеты. Измерители силы тяжести на судах или субмаринах

используются, чтобы нанести на карту гравитационное притяжение ниже уровня моря, чтобы повысить точность баллистических ракет, запущенных с субмарин или от наземных установок около побережья. Поскольку эффекты изменений силы тяжести в области запуска являются довольно маленькими, карты силы тяжести прежде всего полезны для систем баллистической ракеты, которые уже очень точны. Градиентометры силы тяжести могут быть полезны для наведения БЛА, возможно над водой или другим лишенных характерных черт ландшафтом.



Рис. 9: Этот автоматизированный измеритель силы тяжести является одним из самых точных, прочных и легких измерителей силы тяжести. При нормальных условиях он может дать показания в мГал в течение 30 секунд и имеет коэффициент сдвига менее 0,5 мГал в месяц, когда стабилизирован. (ZLS Corporation)

Другие области применения. Измерители силы тяжести и градиентометры силы тяжести используются при разведке месторождений нефти и полезных ископаемых, в гражданском строительстве, геофизической картографии, геотехнической и археологической разведке, исследованиях грунтовой воды и экологических исследованиях, тектонических исследованиях, вулканологии и геотермическом исследовании. Градиентометры силы тяжести используются в качестве навигационных пособий на подводных лодках.

Внешний вид (заводской): Измерители силы тяжести и градиентометры силы тяжести являются высококачественными чувствительными электронными и механическими инструментами. Внешний вид измерителя метра силы тяжести может сильно отличаться, так как компании создают их для различных целей. Системы, полностью объединенные в единый корпус, могут иметь размеры всего 25 см x 32 см x 32 см и весить всего 6 кг (с батареей) (см. рис. 9). Системы с отдельными корпусами могут достигать в объеме кубического метра и весить 350 кг; эти большие системы являются модульными и могут быть упакованы в более чем одном контейнере для транспортировки. Блок датчиков измерителя силы тяжести воздух-море, разработанный специально для морского и воздушного применения (см. рис. 10), трудно определить, так как он зависит от особенностей судна, условий в море и навигационной точности (типично приблизительно 1 мГал). Такие системы управляются MTCR, если они соответствуют критериям производительности, определенным в 12.A.3.

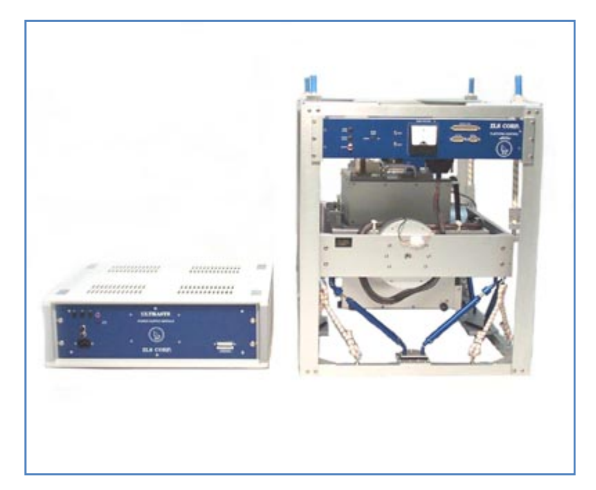


Рис. 10: Динамический измеритель; полностью цифровая система управления измерителя увеличивает суммарную точность системы, устраняя всплески и и сдвиги, являющиеся неотъемлемой частью аналоговой электроники. (ZLS Corporation)

Электронные и механические компоненты помещаются в твердые пластиковые пакеты или в металлические ящики. У некоторых систем есть приборная панель и пульт управления, содержавшиеся в одном корпусе; у других систем инструменты находятся отдельно от пультов управления. Корпусы обычно имеют видимые электронные или механические пульты управления, площадки, вращающиеся ручки управления, тумблеры и нажимные выключатели, разъемы для внешних электронных и компьютерных кабелей.

Некоторые имеют экраны для отслеживания данных, собранные в цифровой или аналоговой форме; некоторых имеют порты для печати экземпляров данных. Большинство имеет сменные панели доступа. Батареи могут поставляться для управления системой. Некоторые системы имеют встроенные компьютеры и программное обеспечение. Некоторые измерители силы тяжести

создаются для опускания к земле на кабеле или управления с вертолета. Другие создаются для спуска на морское дно с корабля или субмарины.

Внешний вид (комплектный): Поскольку системы очень чувствительны и дороги, они упаковываются и отправляются в твердых контейнерах, которые включают сформированную пластмассу, крупнопористый пластик, пластиковую пузырчатую обертку или другие материалы, разработанные для защиты от ударов. Транспортные контейнеры обычно помечаются предупреждающими наклейками «хрупкой», «обращаться с осторожностью» или «чувствительные инструменты».

12.А.4. Аппаратура телеметрических измерений и дистанционного управления, включающая наземную аппаратуру, разработанная или модифицированная для систем, указанных в позициях 1.А, 19.А.1 или 19.А.2.

Примечания:
1. По позиции 12.А.4 не контролируется аппаратура, разработанная или предназначенная для пилотируемой авиации или спутников.
2. По позиции 12.А.4 не контролируется наземная аппаратура, разработанная или модифи-цированная для сухопутного или морского применения.
3. По позиции 12.А.4 не контролируется оборудование глобальных навигационных спутнико- вых систем, разработанное для коммерческих целей, гражданского применения или «обес-печения безопасности жизнедеятельности» (например, целостность данных, безопасность полета).

- Китай
- Франция
- Индия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное коммерческое производство



Характер и цель: Телеметрическое оборудование включает датчики, передатчики и приемники, которые посылают информацию в полете о работе ракеты или БЛА к земле. Эти устройства позволяют инженерам контролировать полет аппарата, производительность и определять причины любого отказа. Такое оборудование используется экстенсивно во время летных испытаний ракет и БЛА. Во время летных испытаний данные телеметрии обычно собираются в течение всего полета. Оборудование телеуправления, которое использует различные датчики, приемники, и передатчики, может использоваться для удаленного управления ракетами или БЛА при активном полете. Однако, многие эксплуатационные баллистические ракеты и крылатых ракеты летают автономно (то есть без любого телеуправления).

Метод эксплуатации: Телеметрическое оборудование, установленное в экспериментальных ракетах и БЛА, отслеживает важные параметры полета (ускорение, вибрация, управляет поверхностными параметрами настройки, давления, температуры, скорости потока, положения клапана, питание/напряжение, и т.д.) и передает эти данные к одной или более станциям наземного управления. Приемник расшифровывает данные, отображает их и делает их запись для воспроизведения и последующего анализа. Большинство операций настраивается в здании с внешней антенной. При расположении на универсальном шарнире антенну можно поворачивать в трех осях, чтобы отследить ракетную систему или БЛА в полете. По пути полета

Рис. 11: Некоторые телеметрические передатчики разрабатываются, чтобы противостоять суровым условиям работы, что требует компактной и прочной упаковки. (AMP)

потребуется наличие многих стационарных или мобильных наземных станций.

Типичные системы телеуправления различны для ракетных систем и систем БЛА. Ракеты, использующие командное наведение, обычно отслеживаются радаром около стартовой площадки. Данные курса полета обрабатываются, чтобы сравнить фактическую и желательную траекторию. Если возникают отклонения, наземная станция посылает команды управления по радио к приемнику в ракетной системе, которая осуществляет команды для возврата на курс. Этот цикл команд поддерживается, пока не выключаются двигатели; остальная часть полета является баллистической только если ракета не использует аэродинамические плоскости управления. Телеуправление для БЛА часто осуществляется по принципу «человек-машина». Датчик (например, телевизионный) в БЛА передает визуальное изображение на станцию наземного управления. Человек-пилот рассматривает это изображение и посылает руководящие команды к аппарату по каналу связи.



Рис. 12: Система больших телеметрических антенн, разработанная для БЛА и центров летного испытания. (Chelton Antennas)

Типичное использование для ракет: Телеметрия важна при проверке работы во время летных испытаний как для ракет, так и для БЛА. Без таких данных летное испытание может быть длинным и дорогим , требуя намного большего количества летных испытаний. Телеуправление часто используется для приложений БЛА. Телеуправление редко используется в эксплуатационных баллистических или крылатых ракетах, которые несут оружие, потому что канал связи уязвим для помех или разрыва связи.

Другие области применения: Подобное телеметрическое оборудование используется при тестировании коммерческой и военной авиации. Оно также используется в промышленности, чтобы собрать данные из отдаленных участков, и у химических или других заводов с опасной окружающей средой. Оно также используется в автоматизированных наземных транспортных средствах, которые должны работать в опасной окружающей среде.

Внешний вид (заводской): Телеметрическое оборудование, установленное на летательных аппаратах, хранится в маленьких металлических коробках с выходами питания, кабелей и антенны и обладают рядом отличительных особенностей (см. Рис. 11). Самое известное наземное телеметрическое оборудование — телеметрическая приемная антенна. В большинстве случаев они похожи на большие параболические антенны, которые могут поворачиваться в двух осях, как показано на рис. 12 (тарелка может достигать 60 футов, а стальная башня до 38 футов),. Электронное оборудование, используемое в наземной точке для демодуляции, чтения, записи, распознавания и отображения телеметрии, выглядит как смонтированное в стойку научное оборудование или компьютеры с некоторыми характерными особенностями.

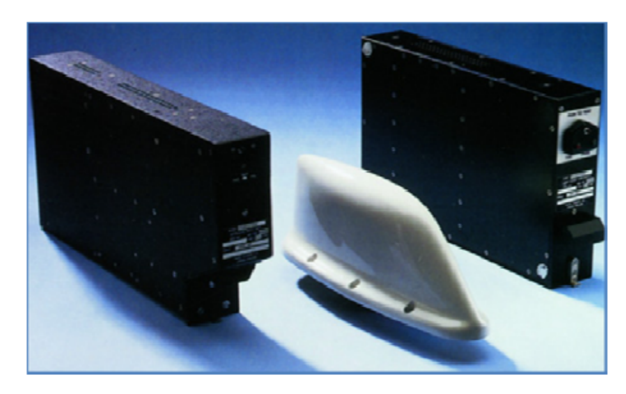


Рис. 53. Большая военная антенна SATCOM, разработанная для крупных командных пунктов и мобильных командных пунктов, подходящая для коммуникаций с БЛА. (General Dynamics)

Оборудование телеуправления, установленное в БЛА, позволяет наладить коммуникацию между БЛА и наземной точкой. Как и оборудование телеметрии, это оборудование размещается в металлических коробках с выходами питания, кабелями и разъемами антенны, внешне непримечательными. Некоторые БЛА связываются со своей наземной точкой посредством спутников и требуют наличия специальных антенн SATCOM (см. рис. 13).

Внешний вид (комплектный): Из-за чувствительности электроники, телеметрическое оборудование обычно перевозится в амортизирующих картонных или деревянных контейнерах. На контейнерах могут быть ярлыки, указывающие на необходимость в осторожном обращении. Обычно оборудование запечатано в пластик для защиты электроники от влаги и электростатического заряда. Большие сборочные элементы оборудования, такие как интегрированные станции телеуправления разбираются и перевозятся в отдельных контейнерах.





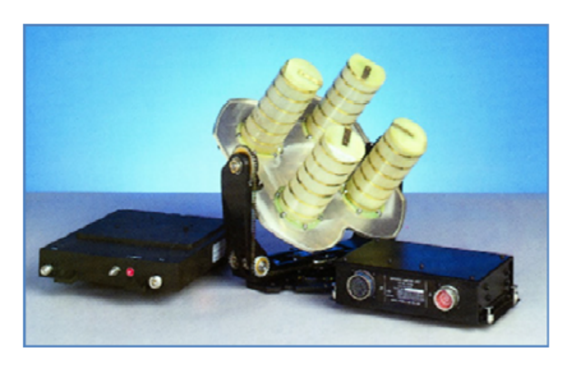




Рис. 18: *Верхний левый:* Антенна SATCOM, установленная в БЛА (General Atomics Aeronautical). *Сверху и справа*: Коммерческий спутниковый приемопередатчик с обтекаемой антенной. (Racal Avionics). *Снизу справа*: Портативный диспетчер полета для БЛА (Оборудование РКРТ, программное обеспечение и приложение к руководству по технологиям, третье издание (май 2005 г.)). *(ATK)* Нижний левый: Коммерческая система с механически управляемой антенной (обтекание не показано. (Racal Avionics)



Рис. 18: Представитель наземного пункта телеметрии получает и обрабатывает оборудование. (In-Snec)

12.A.5. Системы слежения высокой точности, используемые для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2:
a. системы слежения, использующие трансляторы кодированного сигнала, установленные на ракете или атмосферном беспилотном летательном аппарате, в сочетании с наземной, воздушной или спутниковой навигационными системами и позволяющие производить измерения текущих координат и скорости полета в реальном масштабе времени;
b. радиолокационные дальномеры, включая связанные с ними оптические/инфракрасные системы наблюдения, обладающие всеми следующими характеристиками:
1. угловая разрешающая способность 3 мрад и менее;
2. радиус действия 30 км и более с разрешающей способностью по дальности 10 м и менее (среднеквадратичное значение); и
3. разрешающая способность по скорости 3м/с и менее.

Характер и цель: Системы точного слежения производят точные записи траектории ракетных систем или пути полета БЛА. Инженеры используют эти данные, чтобы помочь определить характеристики аппарата и причины отказа аппарата. Инженеры, обеспечивающие безопасность на полигоне используют эти данные, чтобы наблюдать за полетом ракеты. Если ракета выходит на небезопасную траекторию — она уничтожается. Системы точного слежения могут использоваться совместно с, или в качестве альтернативы телеметрическому оборудованию, которое возвращает данные истории времени ускорения аппарата, из которых можно воспроизвести траекторию ракеты.

•Китай	•Франция
•Германия	•Израиль
•Индия	•Япония
•Пакистан	•Российская Федерация
•Южная Африка	•Швейцария
•Соединенное Королевство	•Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Трансляторы кодов, установленные на ракету или БЛА, обрабатывают сигналы, полученные от наземных или спутниковых передатчиков. Эти сигналы несут данные о времени, которые позволяют транслятору кода определить расстояние до каждого передатчика. Эти данные пересылаются в наземный пункт на другой частоте канала связи «ЛА Земля» . Поскольку передатчики находятся в известных точках, наземный пункт может с точностью определить скорость и месторасположение ракеты. Эти данные могут отображаться в реальных масштабах времени или могут быть записаны на магнитную пленку или диск.

Полигонные контрольно-измерительные радары также используются для определения месторасположения и скорости ракеты. Обычно радар с широкой областью охвата используется, чтобы отследить примерное расположение аппарата, чтобы потом направить туда радары с узкой областью охвата, кинотеодолиты, или ИК-станции слежения, способные определить угол, дальность и скорость ракеты с необходимой точностью. Эти данные регистрируются по мере их поступления вместе с временем. В качестве варианта этого подхода, на летательный аппарат устанавливается небольшой передатчик, который передает или запросчик-ответчик, который принимает и передает дальше на рабочей частоте радара и тем самым формирует маяк, который позволяет радару отслеживать аппарат самый простым способом.

Независимо от того, как собираются данные, чтобы они были полезными, должна обрабатываться информация о времени и положении. Послеполетная обработка данных может происходить где угодно, но чаще всего она выполняется в центре обработки телеметрических данных, где данные получаются и записываются в реальном масштабе времени. Записанные данные читаются, фильтруются и обрабатываются. Обработанные данные слежения затем повторно записываются на диск или ленту для дальнейшего анализа или вывода на печать.

Программное обеспечение обработки послеполетных и записанных данных обычно состоит из программ математической фильтрации, которые обрабатывают ранее записанные данные, чтобы обеспечить точную оценку траектории аппарата. Это обрабатывающее программное обеспечение используется и для обеспечения предполагаемыми данными о положении аппарата в промежутки времени, когда может произойти перебой с поступлением данных в реальном времени, и для выполнения фильтрации с целью получения наилучшей оценки траектории. Используется много различных реализаций математических фильтров, от самых простых, таких как линейная интерполяция между точками данных, до более сложных алгоритмов, основанных на полиномиальном фильтровании, таком как фильтрование со сглаживанием сплайн-функциями. Некоторые фильтрующие программы также используют фильтр Калмана для постобработки этих данных, хотя фильтр Калмана обычно применяется в задачах слежения в реальном времени из-за возможности использования упрощенных операций с матрицами при решении задач слежения.

Типичное использование для ракет: Системы слежения высокой точности и радиолокационные дальномеры полезны на стадии испытания программы полета на определение движения ракеты вдоль предсказанной траектории и контроля каких-либо отклонений в полете ракеты. Такая информация используется для оценки и улучшения работы многочисленных подсистем. Программное обеспечение, обрабатывающее послеполетные записанные данные и таким образом позволяющее определить положение аппарата вдоль всего курса полета ракеты, является обязательным при интерпретации таких данных полета.



Рис. 16: Мобильный фазированный радар слежения за ракетами. (Оборудование РКРТ, приложение к руководству по программному обеспечению и технологии, третий выпуск (май 2005))



Рис. 54. Мобильная лазерная система слежения за ракетами. (Contraves)



Рис. 18: Электрооптическая лазерная система слежения. (BAE Systems)

Другие области применения. Эти системы могут использоваться в поддержке испытаний коммерческой и военной авиации и в разработке оружия, включая артиллерию и небольшие ракеты. В промышленности постобработка данных используется для оценки событий после фактов, таких как производительность гоночного автомобиля.

Внешний вид (заводской): Системы слежения высокой точности и радиолокационные дальномеры похожи на наземные части аппаратуры телеметрических измерений и дистанционного управления. Они включают известные параболоидные радары, как показано на рисунках 12 и 13, так же как и фазированные радары, которые отличаются плоской (а не параболоидной) поверхностью (см. рисунок 16). Также используются похожие на телескопы оптические устройства, большие автоматизированные бинокли и лазерные системы слежения, которые напоминают оптическое оборудование (см. рисунок 18).

Аппаратные средства системы слежения высокой точности (повторители сигналов), переносимые на борту ракет или БПЛА, являются обычно очень маленькими блоками электроники, объемом от 800 см3 до 2500 см3. Обычно это твердые блоки, запечатанные для защиты от воздействия окружающей среды, с внешними выводами подключения питания и антенны. Единственный подэлемент таких повторителей сигналов – это антенна, которая обычно располагается на внешней поверхности ракеты или БПЛА.

Внешний вид (комплектный): Из-за его чувствительности к тряске, электронное оборудование обычно отправляется в снабженных подушками контейнерах. Некоторые могут снабжаться этикетками, указывающими на необходимость осторожного обращения. Это оборудование обычно запечатывается в пластический материал для защиты его от влажности и электростатических разрядов. Большие радары, оптические и лазерные системы слежения отправляются в разобранном виде в деревянных ящиках и собираются на месте, а все оптические элементы покрываются покрытиями защиты от воздействия окружающей среды.

12.A.6. Термические батареи, разработанные или модифицированные для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2.

Примечание:
По позиции 12.A.6 не контролируются термические батареи, специально разработанные для ракетных систем или атмосферных беспилотных летательных аппаратов, имеющих «дальность» 300 километров или менее.

Техническое примечание:
Термические батареи представляют собой одноразовые батареи, в которых в качестве электролита используется твердая непроводящая неорганическая соль. Эти батареи содержат пиролитический материал, который при воспламенении расплавляет электролит и активирует батарею.

Характер и цель: Правильная работа батареи – решающий компонент соответствия требованиям миссии законченных систем поставки. У тепловых батарей, являющихся законченными, герметично запечатанными, электрохимическими источниками энергии, есть много особенностей, которые делают их особо стойкими к жесткой рабочей среде, поэтому они очень хорошо подходят требованиям многих военных задач. Эти особенности включают: сохранение работоспособности и предоставления электропитания после длительного времени бездействия, со сроком годности более 20 лет; работа при экстремальных температурах (в пределах от –65 °F до +221 °F); высокая плотность тока для приложений большой мощности; высокая надежность; низкие эксплуатационные расходы и затраты хранения.

- Китай
- Франция
- Индия
- Израиль
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод работы: Тепловые батареи состоят из ряда элементов (известных как «пакет элементов»), у каждого из которых есть анод, электролит, катод и нагревающаяся масса. Электролит остается твердым до активации, элементы остаются полностью инертными во время хранения батареи. Это свойство инактивированного хранения дает двойную выгоду по избежанию износа активных материалов во время хранения, в то же время устраняя потерю емкости из-за саморазряда во время хранения батареи.

Существует два типа конструкции тепловых батарей, которые обеспечивают различные механизмы активации батареи. В первой для начала нагрева электролита используется плавкая накладка, прилегающая к нагревательным элементам. Плавкая накладка обычно зажигается электрическим воспламенителем, пропускающим через нее электрический ток. Во второй конструкции используется центральное отверстие в середине пакета батарей, в которое высокоэнергетический электрический воспламенитель запускает смесь горячих газов и искрящихся частиц. В последней конструкции возможна намного более быстрая активация (десятки миллисекунд против сотен миллисекунд в конструкции со стыковой накладкой). Активация батареи может также быть достигнута с помощью ударной трубки, подобной гильзе гладкоствольного ружья.



Рис. 55. Батарея оконечного оборудования. (ASB Group)

Типичные области применения, связанные с ракетами. Тепловые батареи используются в задачах, которые требуют срочной подачи электропитания высокой мощности, таких как обеспечение питанием электрических систем активации ракет-носителей и ракет, питания электрических систем наведения ракет, ПВО и систем телеметрии. Они – главный источник электроэнергии для множества ракет, включая ядерное оружие. Растущие требования в электричестве у этих систем из-за увеличения функциональных возможностей электроники в продвинутых и современных ракетах, увеличат нужду в тепловых батареях в таких типах задач.

Другие области применения. Тепловые батареи применяются во множестве других задач, как военных, так и гражданских. Они обеспечивают электроэнергией шахты и управляемую артиллерию, а также используются в качестве источников энергии для задач промышленности (таких как буровые платформы и системы наблюдения). Они также могут быть применены на рынке электрических транспортных средств.



Рис. 20: Набор тепловых батарей, разработанных для множества военных задач. (HBL Power Systems)

Главный барьер перед широким распространением использования тепловых батарей вне круга военных задач – это их экономическая нецелесообразность. Почти все тепловые батареи предназначены для одноразового использования, а перезаряжающиеся тепловые батареи очень неэффективны (вследствие высокой потери энергии из-за тепловой изоляции и долгого времени запуска, требуемого чтобы достичь оптимальной рабочей температуры).

Внешний вид (заводской). Тепловые батареи производятся в вакуумированных запечатанных стальных корпусах. Они относительно малы по размеру, находятся в пределах от приблизительно 3,5–17,5 см в ширину и 6–22 см в высоту. Вес находится в пределах приблизительно от 200 г до 1,2 кг (см. рисунок 20).

Внешний вид (комплектный). Тепловые батареи поставляются в металлических или пластмассовых ящиках или в подбитых картонных коробках.

12.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

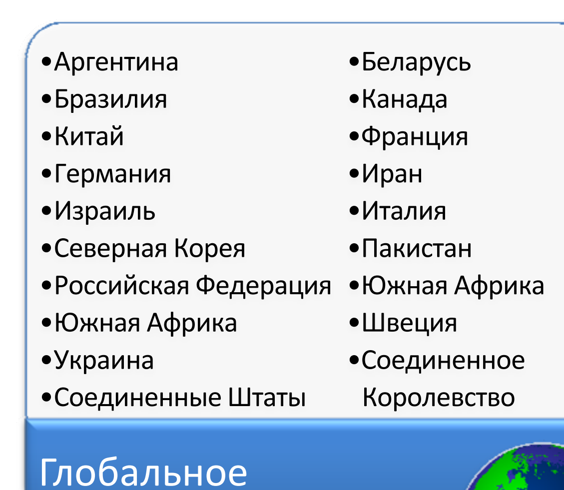
12.C. Материалы

Нет.

12.D. Программное обеспечение

12.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 12.A.1.

Характер и цель: Программное обеспечение наземной поддержки и контроля ракет используется для контроля условия готовности ракеты или БПЛА к запуску. Это программное обеспечение устанавливается на одной или более деталях оборудования наземной поддержки и может быть настроено для контроля единственной ракетной подсистемы, такой как система наведения. Часто это программное обеспечение содержит коды безопасности, блокирующие возможность запуска ракеты посторонними людьми без надлежащих параметров доступа, так же как и код, который выполняет запуск и контролирует обратный отсчет до воспламенения первой ступени.



Метод эксплуатации: Наземная поддержка и контрольное программное обеспечение загружаются в оборудование наземной поддержки ракеты или БПЛА. Это программное обеспечение управляет наземными аппаратами, которые электрически связаны с ракетой или БПЛА через множество кабель-тросов для сбора сигналов состояния ракеты. По получении команды запуска программное обеспечение может содержать коды, которые подтверждают подлинность команды запуска, и если они правильны, начинают и контролируют последовательность запуска ракет/БПЛА. Если должным образом разработано, программное обеспечение предоставляет оператору состояние обратного отсчета запуска, который полезен при сбое системы и неудачном запуске до воспламенения первой ступени Технический анализ индикаторов системы позволяет быстрое восстановление и последующую попытку перезапуска.

Типичное использование для ракет: Это программное обеспечение используется, чтобы контролировать ракетные системы до запуска. Другие версии могут использоваться, чтобы начать и контролировать запуск до воспламенения первой стадии.

Другие области применения: Нет данных.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение наземной поддержки и контроля обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые обыкновенные носители информации (ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы) могут содержать такое программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

12.D.2. «Программное обеспечение» для послеполетной обработки записанных данных, позволяющих устанавливать местонахождение летательного аппарата по всей траектории полета, которое специально разработано или модифицировано для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2.

Характер и цель: Послеполетная обработка данных может проводиться в любом месте, но она часто проводится в центре обработки данных телеметрии, где данные в реальном времени получаются и записываются. Эти записанные данные читаются, фильтруются и обрабатываются. Обработанные данные слежения затем повторно записываются на диск или ленту для дальнейшего анализа или вывода на печать.

Программное обеспечение обработки послеполетных и записанных данных обычно состоит из программ математической фильтрации, которые обрабатывают ранее записанные данные, чтобы обеспечить точную оценку траектории аппарата. Это обрабатывающее программное обеспечение

используется и для обеспечения предполагаемыми данными о положении аппарата в промежутки времени, когда может произойти перебой с поступлением данных в реальном времени, и для выполнения фильтрации с целью получения наилучшей оценки траектории. Используется много различных реализаций математических фильтров, от самых простых, таких как линейная интерполяция между точками данных, до более сложных алгоритмов, основанных на полиномиальном фильтровании, таком как фильтрование со сглаживанием сплайн-функциями. Некоторые фильтрующие программы также используют фильтр Калмана для постобработки этих данных, хотя фильтр Калмана обычно применяется в задачах слежения в реальном времени из-за возможности использования упрощенных операций с матрицами при решении задач слежения.

- Беларусь
- Франция
- Израиль
- Пакистан
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Китай
- Индия
- Италия
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Оборудование дальности летного испытания передает данные полета и данные слежения дальности в центральную систему обработки. Система обработки содержит быстродействующие компьютеры, которые преобразовывают эти данные и в некоторых случаях комбинируют данные телеметрии отдельных наземных датчиков и данные летного оборудования для создания информации о характеристиках системы.

Типичное использование для ракет: Данные летных испытаний используются, чтобы улучшить оценку характеристик и точности работы систем ракеты. Они также используется в оценке летных характеристик БПЛА.

Другие области применения: Оборудование, используемое при оценке летных испытаний ракет и БЛА, также используется при оценке характеристик гражданской и военной авиации.

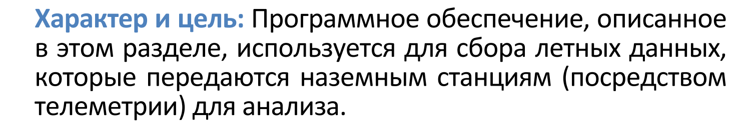
Внешний вид (заводской): Программное обеспечение, используемое в обработке послеполетной записанной информации, необходимой для определения траектории испытательного полета, обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые обыкновенные носители информации (ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы) могут содержать такое программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

12.D.3. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 12.A.4 или 12.A.5 и применяемого для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2.

- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Пакистан
- Швеция
- Украина
- Соединенные Штаты
- Беларусь
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Швейцария
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Характер и цель: Программное обеспечение, описанное в этом разделе, используется для сбора летных данных, которые передаются наземным станциям (посредством телеметрии) для анализа.

Метод эксплуатации: Это программное обеспечение используется для сбора информации о системе в полете и о ее характеристиках (обычно с бортового компьютера), упаковки и модуляции данных в поток данных, который затем передается на наземные приемники. Другое программное обеспечение на этих наземных станциях принимает полученный поток данных, распаковывает данные и преобразовывает их в информацию о характеристиках. Затем системные инженеры анализируют информацию для оценки характеристик системы.

Типичное использование для ракет: Это программное обеспечение разрабатывается исключительно для сбора, обработки и отображения информацию летных характеристик ракеты или БПЛА, которую ракетные инженеры анализируют, чтобы определить характеристики системы. Это основной инструмент оценки полетных испытаний ракет и БЛА.

Другие области применения: Нет данных.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение, собирающее и обрабатывающее телеметрические данные ракет, обычно является компьютерной программой, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях информации. Любые обыкновенные носители информации (ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы) могут содержать такое программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана по компьютерной сети.

12.E. Технология

12.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позиции 12.A или 12.D.

Характер и цель: Технология поддержки запуска включает в себя знания, необходимые для разработки и использования оборудования для стартовых опор и связанного с ним программного обеспечения. Цель технологии поддержки запуска состоит в том, чтобы установить или усилить развитие, производство и использование контрольно-испытательного и пускового оборудования, а также, чтобы

управлять (разрешать или запрещать) и следить за запусками ракет и БЛА. Технология, описанная в этом разделе включает в себя знания, необходимые для управления и разработки оборудования для стартовых опор, связанное с этим программное обеспечение, а также способность понимать произведенные телеметрические данные.

Метод эксплуатации: «Технология» стартовых опор доступна в нескольких формах. Она может являться инструктажем, предоставляемым человеком или организацией, имеющими опыт разработки систем наземного управления или контрольно-испытательных и телеметрических систем для ракет и БЛА, которые выступает в качестве инструктора на участке разработки или производства или рядом с ним. Страна может получить техническую поддержку в проектировании и разработке оборудования наземной поддержки или телеметрического оборудования через прохождение обучения, предоставленного другой страной, или в другой стране. Любые руководства и материалы, полученные во время обучения, могут быть определены как «технические данные». Страна может также получить помощь в приобретении необходимого технического оборудования, механизмов или материалов, либо путем предоставления вышеупомянутых единиц, либо в виде указаний на оборудование к закупке.

Типичное использование для ракет: Эта технология используется прежде всего для разработки, производства и использования контрольно-испытательного программного обеспечения и ракетной наземной поддержки, программного обеспечения для мониторинга и контроля запуска, оборудования стартовых опор, которое использует данное программное обеспечение, а также для сбора, передачи, получения и обработки информации о характеристиках ракет с помощью телеметрического оборудования и программного обеспечения.

Другие области применения: Нет данных.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II — Раздел 13
Компьютеры

Категория II — Раздел 13: Компьютеры

13.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

13.A.1. Аналоговые и цифровые ЭВМ или цифровые дифференциальные анализаторы, разработанные или модифицированные для использования в системах, указанных в позиции 1.A, и имеющие любую из следующих характеристик:
a. способность длительно функционировать при температурах ниже минус 45°C и выше плюс 55°C; или
b. повышенную радиационную стойкость.

Примечание:
Оборудование, указанное в разделе 13, может экспортироваться как часть пилотируемых летательных аппаратов или ИСЗ или в количествах, предусмотренных для замены соответствующих частей на пилотируемых летательных аппаратах.

Характер и назначение: Законченные ракетные системы и БЛА, контролируемые в разделе 1.A., используют по крайней мере один компьютер, главным образом в системе наведения, в интегрированной системе бортовых приборов или интегрированной навигационной системе. Компьютер системы наведения вычисляет скорость ракеты и информацию о положении с помощью бортовых датчиков, используя данные, собранные для сравнения с заданным курсом полета и траекторией ракеты, и посылает направляющие команды для исправления обнаруженных ошибок. Компьютеры могут также обеспечить измерение времени для ракеты и посылать команды выключения двигательной установке и команды взведения боевой части ракеты в соответствующее время полета. Бортовые компьютеры могут также использоваться для сохранения и выполнения запрограммированных режимов полета.

- Канада
- Китай
- Франция
- Германия
- Индия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Северная Корея
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Южная Корея
- Швеция
- Тайвань
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Метод эксплуатации: Бортовые аналоговые или цифровые компьютеры оперативно обрабатывают уравнения движения для ракетного полета и вычисляют объем и продолжительность команд, необходимых для поддержания курса полета ракеты. Компьютеры получают электрические сигналы от бортовых датчиков, выполняют соответствующие вычисления, и подают сигналы команд различным ракетным системам, чтобы соответствовать предопределенному курсу полета. Эти компьютерные системы приводятся в действие батареями (как правило 28 В) и используют соединительные кабели для взаимодействия с датчиками и системами управления.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Большинство законченных ракетных систем и атмосферных беспилотных летательных аппаратов (включая крылатые ракеты) оснащены по крайней мере одним цифровым компьютером повышенной прочности для навигации и управляющих

вычислений, а также интегрирования цифровых данных от блока инерциальных датчиков (БИД). Большинство также оснащено аналоговыми компьютерами, обеспечивающими замкнутое управление аналоговыми приводами блока инерциальных датчиков по вертикали и горизонтали и для стабилизации поверхности управления полетом. Компьютер должен быть в состоянии работать при предельных температурах, испытываемых баллистическими ракетами, движущимися через космос, высотными БЛА с большой продолжительностью полета, или крылатыми ракетами, установленными на внешних пусковых установках на пилоне. Ракеты должны быть оснащены компьютерами повышенной прочности для того, чтобы справляться с вибрациями и ударным воздействием на ракеты во время полета, а ракеты, разработанные для работы в условиях радиации, должны быть оснащены компьютерами, защищенными от радиации.

Другие применения: Компьютеры повышенной прочности могут применяться, как в военном деле, так и коммерчески. Большинство военной и гражданской авиации, тактических ракет и космических кораблей нуждаются в наличии компьютеров повышенной прочности для работы при предельных температурах, описанных в Приложении MTCR. Космические корабли и спутники с большим сроком службы, расположенные вблизи радиационных поясов, также требуют защиты от радиации, однако эти требования могут быть немного ниже спецификаций Приложения.



Рис. 1: Бортовой компьютер для нескольких платформ. Компактный размер этого компьютера идеально подходит для некоторых моделей БЛА с ограниченным пространством. (Встроенные средства управления обработкой данных Curtiss Wright)



Рис. 2: Еще один бортовой компьютер для нескольких платформ. Данный образец разработан для суровых условий воздушно-космического пространства, а также для военного применения.



Рис. 3: Защищенный от радиации блок электронного оборудования с жидкостным охлаждением. (The Charles Stark Draper Laboratory, Inc.)

Внешний вид (заводской): Компьютеры, разработанные для ракет и БЛА, обычно смонтированы в металлическом корпусе с внутренними радиаторами для рассеивания тепла, генерируемого при высоких скоростях работы. Они также компактны по габаритам и разработаны таким образом, чтобы вместиться в ограниченное пространство. На Рис. 1 и 2 показаны два примера многоцелевых компьютеров повышенной прочности, разработанных для военного применения и применения в авиации и космонавтике. Внутри этих сборочных единиц находится набор обычных на вид электронных частей, широко применяемых в промышленности.

Различающая характеристика (хоть не уникальная в военном применении) — герметично закрытые металлические и керамические составные элементы, а не стандартные пластиковые элементы, применяемые в промышленной электронике (см. рис. 3). Кабельные сопряжения состоят из износоустойчивых, цилиндрических или небольших привинчиваемых соединителей и экранированных кабелей. Электроника обычно закрыта в клетке Фарадея на внешних радио

частотах (РЧ), которую можно герметично запечатать или продуть до атмосферного давления. Герметичные емкости используются, чтобы обеспечить передачу тепла корпусу и радиаторам ракет и БЛА, которые работают на большой высоте. Для условий работы, требующих легковесной сборки, компьютеры можно укомплектовать пластиковыми контейнерами повышенной прочности с металлической обшивкой в пластиковой оболочке для экранирования РЧ.

Внешний вид (комплектный): Вес электронных сборочных единиц и запасных частей компьютеров обычно не превышает 25 кг. Они упаковываются в полиэтиленовые пакеты и помещаются в картонные коробки, которые упаковываются в пенорезину или воздушно-пузырчатую пленку для защиты от ударных нагрузок маркировка на упаковке указывается, что внутри находится электростатически чувствительное оборудование. Более крупные единицы, интегрируемые в крупные системы и весящие более 25 кг могут быть упакованы в металлические или деревянные коробки.

13.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

13.C. Материалы

Нет.

13.D. Программное обеспечение

Нет.

13.E Технология

13.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, указанного в позиции 13.A.

Характер и назначение: Технология, описанная в этом разделе необходима для разработки, производства и применения компьютеров повышенной прочности в баллистических ракетах и системам БЛА, включая крылатые ракеты.

Метод эксплуатации: Техническая помощь доступна во многих формах. Техническая помощь может состоять из инструктажа в аудитории на или около территории комплекса по разработке или производству, который проводится человеком или организацией, владеющей опытом в разработке компьютеров повышенной прочности для ракетных систем или БЛА. Страна может получить эту техническую помощь от одного или более иностранных предприятий, которые обладают мощностями, необходимыми для предоставления практического опыта разработки и использования определенной технологии. Помощь может также включать консультации, касательно того, какие запасные части или элементы необходимо закупить, или помощь по их закупке.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Технология, включенная в этот раздел, используется для обеспечения законченной навигации, расчета функций управления и цифрового интегрирования данных ИИБ в ракетных системах и БЛА, с помощью цифровых и аналоговых компьютеров. Ракетные системы и БЛА также оснащены аналоговыми компьютерами, обеспечивающими замкнутое управление аналоговыми приводами блока инерциальных датчиков по вертикали и горизонтали и для стабилизации поверхности управления полетом.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II –Раздел 14

Аналого-цифровые преобразователи

Категория II –Раздел 14. Аналого-цифровые преобразователи

14.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

14.A.1. Аналого-цифровые преобразователи, используемые в системах, указанных в позиции 1.A, и имеющие любую из следующих характеристик:

a. разработаны с учетом требований повышенной надежности, предъявляемых к аналогичным устройствам военного назначения; или

b. разработаны или модифицированы для военного применения и содержат любой из следующих элементов:

1. «микросхемы» для аналого-цифрового преобразования, являющиеся «радиационностойкими» или имеющие все следующие характеристики:
    - a. разрешение 8 бит и более квантований, соответствующих 8 битам и более при кодировке в двоичной системе;
    - b. рассчитаны на работу при температурах ниже минус 54°C и выше плюс 125°C; и
    - c. выполнены герметично; или
2. печатные платы или модули аналого-цифрового преобразования с электрическим входом, имеющие все следующие характеристики:
    - a. разрешение 8 бит и более квантований, соответствующих 8 битам и более при кодировке в двоичной системе;
    - b. рассчитаны на работу при температурах ниже минус 45°C и выше плюс 55°C; и
    - c. включают «микросхемы», указанные в позиции 14.A.1.b.1.

Характер и назначение: Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) — цифровые устройства, предназначенные для преобразования аналоговых сигналов из переменного напряжения в цифровые сигналы дискретного напряжения, представляющие собой набор двоичных данных в виде «1» и «0». Эти преобразователи позволяют цифровым устройствам, таким как сигнальные процессоры (DSP) и бортовые компьютеры, понимать аналоговые выходы различных устройств, таких как датчики, акселерометры и гироскопы.

Метод эксплуатации: В его самой простой форме, АЦП является вольтметром с двоичным «словом» в качестве вывода. Чем длиннее слово (то есть, тем больше «битов» в него входит), тем точнее передается входное напряжение. Например, 8-битовое слово, представляющее диапазон напряжения от нуля до одного вольта, предоставляет 256 дискретных значений. При одном слове, назначенном на нуль, в результате можно получить 255 приращений, каждое немного превышающее 3,92 мВ. Приращения в 3,92 мВ ограничивают теоретическую точность до плюс/минус 1,96 мВ или 0,196 %. Повышение частоты, с которой АЦП может обновлять выходное слово, чтобы отразить резкие изменения входного напряжения, позволяют преобразовывать входные сигналы с высокой частотой. Производители используют одну из нескольких конструкций схем, чтобы произвести преобразование.

Большинство АЦП разрабатывается, чтобы иметь линейное соотношение вход-выход. Однако, в более сложных схемах, входное напряжение наносится на схему цифровых значений согласно данным калибровки, ранее взятым от аналогового инструмента, к которому подключается АЦП. Такое распределение позволяет АЦП компенсировать нелинейность в аналоговых измерениях.

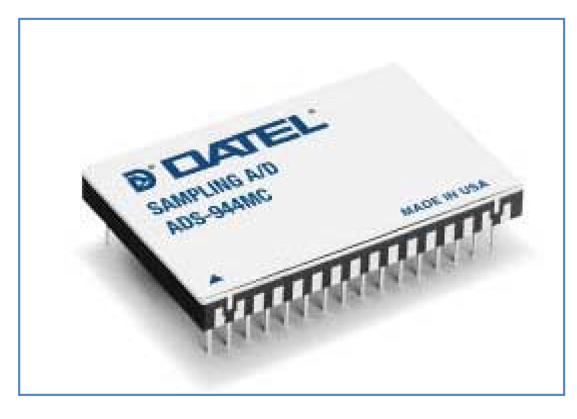


Рис. 1: Аналого-цифровой преобразователь, используемый главным образом для анализа сигналов радара. (Система передачи кодированных данных)

Типичные способы применения в ракетных технологиях: Любая ракета, использующая цифровой компьютер, требует наличия АЦП. АЦП должны работать выше диапазона температур, указанного выше, и должны быть герметично запечатаны, если, как баллистические ракеты, они проходят через внешние слои атмосферы.

Применение в других областях: АЦП широко распространены во всех летательных аппаратах, электронных системах зажигания и датчиках двигателей автомобилей, с элементами повышенной прочности. Другое коммерческое применение включает в себя разновидности сенсорных систем, радио и электронные камеры. Космические корабли и спутники с большим сроком службы, расположенные в или вблизи радиационных поясов, требуют АЦП с защитой от радиации, которые способны работать при указанных предельных температурах. Хотя требования к применению космической техники примерно в пять раз ниже, чем указанные в спецификации «Приложения», подобные системы зачастую используют АЦП, контролируемые РКРТ.

•Франция	•Германия
•Израиль	•Япония
•Российская Федерация	•Швеция
•Соединенное Королевство	•Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (заводской): Компоненты АЦП для военного применения запечатываются в герметичную металлическую упаковку, которая обеспечивает их работоспособность в условиях суровой окружающей среды и, чтобы распределять тепло, возникающее из-за обработки данных от датчиков на высокой скорости. Алюминий является основным металлом, используемым для производства бортовых схем, конструкций и радиаторов АЦП. Габариты АЦП варьируют от нескольких сантиметров до 0,3 м и более в длину и весят от 100 г до 25 кг. Их объемная плотность приравнивается в одной трети плотности алюминия.

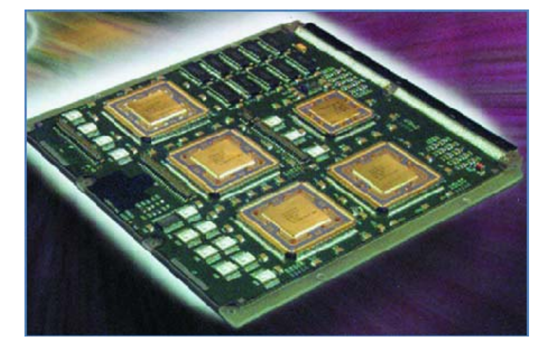


Рис. 2: Типичный аналог-цифровой преобразователь/плата цифрового сигнального процессора. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Интегрированные сборочные единицы АЦП состоят из разнообразных электронных элементов, которые,на первый взгляд, ничем не отличаются от применяемых в промышленности. АЦП может быть составлен из дискретных электронных компонентов и напоминать прочую военную электронику (см. рис. 1 и 2), и дискретные

АЦП для военного и промышленного применения внешне отличаются только серийным номером. Защищенные от радиации АЦП зачастую собираются на единой микросхеме, что идеально подходит для применения в баллистических ракетах. Эти устройства специально разработаны более прочными и ударостойкими для применения в ракетах. Несмотря на то, что монтажные платы АЦП подобны платам для DSP, они включают в себя линейные IC и дискретные схемы для буферных усилителей, мультиплексирования, или преобразования сигнала (фильтры, ограничение напряжения, и т. д.). В результате большую часть монтажной платы АЦП составляют дискретные компоненты (резисторы, конденсаторы, диоды, оперативные усилители, и т. д.). Пластины с печатным монтажом производятся из эпоксидного стеклопластика с медными радиаторами и путями. Электронные компоненты заключены в металлические корпуса (в основном из медно-никелевого сплава) с алюминиевыми или золотыми рельсовыми соединителями и силиконовыми подложками.

Внешний вид (комплектный): Модули и сборные элементы печатных плат АЦП весят менее 25 кг. Они заключены в пластиковую упаковку с пометкой устройств, чувствительных к электростатике, и упакованы в пенорезину или воздушно-пузырчатую пленку для защиты от ударных нагрузок в картонных коробках.

14.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

14.C. Материалы

Нет.

14.D. Программное обеспечение

Нет.

14.E. Технология

14.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, указанного в позиции 14.A.

Характер и назначение: «Технология», описанная в Разделе 14, представляет собой знания и опыт, необходимые для разработки, производства и использования аналого-цифровых преобразователей повышенной прочности для баллистических ракет и систем БЛА, включая крылатые ракеты. Сюда входят рабочие чертежи, схемы или технические чертежи.

Метод эксплуатации: Техническая помощь доступна во многих формах. Техническая помощь может состоять из инструктажа в аудитории на территории или около производственного комплекса, который проводится человеком или организацией, владеющей опытом в разработке компьютеров повышенной прочности для ракетных систем и БЛА. Страна может получить эту техническую помощь от одного или более иностранных предприятий, которые обладают мощностями, необходимыми для предоставления практического опыта разработки и использования определенной технологии. Страна может также получить помощь в приобретении в форме поставки необходимых элементов или определения элементов на приобретение.

Типичные способы применения в ракетных технологиях: Эта технология используется для обеспечения аналого-цифровых преобразователей, разработанных для работы в баллистических ракетах и БЛА, что позволяет цифровым устройствам, таким как сигнальные процессоры или бортовые компьютеры, воспринимать аналоговые данные с различных устройств, таких как датчики, акселерометры и гироскопы.

Применение в других областях: Технология используется в других отраслях промышленности. АЦП распространены во всех летательных аппаратах, электронных системах зажигания и датчиках двигателей автомобилей. Другое коммерческое применение включает в себя разновидности сенсорных систем, радио и электронные камеры.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II–Раздел 15

Испытательные системы и оборудование

Категория II–Раздел 15: Испытательные системы и оборудование

15.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

Нет

15.B. Испытательное и производственное оборудование

Техническое примечание:
В позиции 15.B «чистый стол» означает плоский стол или плоскую поверхность без деталей крепления и монтажа.

15.B.1. Виброиспытательное оборудование, используемое для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A, и его элементы:

a. вибростенды с использованием методов обратной связи или замкнутого контура, имеющие в своем составе цифровой контроллер, способный создавать вибрационные перегрузки, равные или более 10 g (среднеквадратичное значение) в диапазоне частот от 20 Гц до 2 кГц, и толкающее усилие, равное или более 50 кН, измеренное в режиме «чистого стола»;
b. цифровые контроллеры с шириной полосы частот более 5 кГц в реальном масштабе времени, снабженные специально разработанным для вибрационных испытаний «программным обеспечением» и предназначенные для использования в вибростендах, указанных в позиции 15.B.1.a.;

Техническое примечание:
«Ширина полосы частот в реальном масштабе времени» определяется как максимальная скорость, с которой контроллер может осуществлять полные циклы взятия замеров, обработки данных и передачи сигналов управления.

c. толкатели, создающие вибрацию, (вибраторы) с усилителями и без них, способные передавать усилие, равное или более 50 кН, измеренное в режиме «чистого стола», и предназначенные для использования в вибростендах, указанных в позиции 15.B.1.a;
d. испытательные устройства и электронные блоки, разработанные для создания законченной вибрационной системы, способной создавать суммарное усилие, равное или более 50 кН, измеренное в режиме «чистого стола», и используемой в вибростендах, указанных в позиции 15.B.1.a.

Техническое примечание:
К виброиспытательным системам, объединенным с цифровыми контроллерами, относятся системы, функционирование которых частично или полностью осуществляется автоматически — посредством управляющих электрических сигналов, закодированных в цифровой форме и хранящихся в запоминающем устройстве.

Характер и предназначение: К виброиспытательным системам этого типа относится крупное и мощное оборудование для имитации вибрации и ударных перегрузок, испытываемых беспилотными летательными аппаратами (БЛА) и их полезной нагрузкой во время запуска, отделения ступеней и обычного полета. Ракеты и их подсистемы испытываются на режимы упругих колебаний, частоту и чувствительность к вибрации и ударным перегрузкам. Полученные данные используются для улучшения конструкции ракет и одобрения систем, подсистем и компонентов для полета. Иногда они используются в испытаниях с целью обеспечения качества для определения ненадежных соединений и непрочных компонентов.



Рис. 1. Испытание на вибрацию системы лазерного высотомера. (NASA)

Стандартная виброиспытательная система состоит из вибратора или толкателя для испытаний на вибрацию образцов, прикрепленных к нему, усилителя или другого источника питания для приведения вибратора в действие; контроллера для подачи команд на усилитель с целью выбора необходимой частоты вибрации и профиля амплитуды испытания; а также системы охлаждения воздуха или жидкости для вибратора и усилителя.

Метод работы: В виброиспытательных системах используются механические толкатели, которые, как правило, функционируют на основе того же принципа электромагнитного привода, что и аудиодинамик. Однако виброиспытательные системы гораздо крупнее, и должны приводить в действие массивный предмет испытания, а не миниатюрный диффузор динамика. С помощью цифровых контроллеров регулируются сложные последовательности вибрации с частотой контролируемой амплитуды в диапазоне от 20 Гц до 2000 Гц. Предназначение этих последовательностей — имитация предполагаемых во время выполнения задания частот и амплитуд вибрации, включая ее резкие скачки и ударные перегрузки. Для приведения в действие толкателей мощность на выходе должна быть многократно усилена. Несмотря на то, что при помощи гидравлических и пневматических виброиспытательных систем можно испытывать на вибрацию элементы, находящиеся в сфере действия режима контроля за ракетными технологиями, эти системы, как правило, не соответствуют вышеуказанным техническим требованиям.

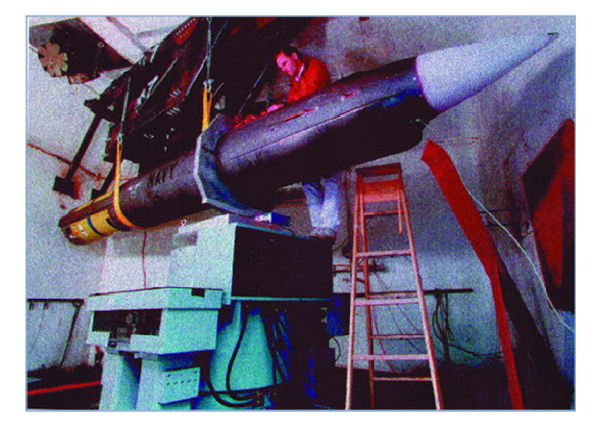


Рис. 2: Подготовка стартового ускорителя к испытанию на вибрацию ракеты. (Unholtz-Dickie)

Чтобы достичь необходимых уровней вибрации, можно соединить металлические стержни двух или более стартовых ускорителей с поддерживающими конструкциями испытательного оборудования. Эти элементы должны быть прочными и легкими одновременно. Электронные устройства необходимы для синхронного управления толкателями. Они принимают команды от цифрового контроллера и передают их на несколько усилителей, каждый из которых приводит в действие один из толкателей.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам.: Все ракеты и БЛА подвергаются вибрации и ударной перегрузке во время транспортировки и полета. Если вибрация и ударные перегрузки правильно поняты, летательные аппараты можно сделать прочнее и легче, так как запас прочности может быть понижен. Применение такого оборудования также дает возможность не проводить дорогостоящие испытания на неисправности во время полета.

Другие способы использования: Виброиспытательные системы применяются для испытания другого военного оборудования и изделий, например авиационных запасных частей. Испытание на вибрацию проходит множество других потребительских товаров, но виброиспытательные системы, при помощи которых проводятся испытания в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, являются гораздо более мощными и дорогостоящими, нежели системы, которые требуются для менее требовательных испытаний.

Внешний вид (заводской): Виброиспытательные системы, контролируемые в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, являются большими устройствами, которые занимают приблизительно 3 м x 3 м общей площади. Подробные сведения о компонентах приведены ниже.

Цифровые контроллеры и специализированное программное обеспечение для проведения испытаний на вибрацию: Цифровой контроллер имеет приблизительно такой же размер, как и системный блок персонального компьютера (ПК), 0,5 м x 0,5 м x 0,25 м (ширина x длина x высота). В некоторых случаях контроллер представляет собой электронное устройство, достаточно небольшое для закрепления в стойке над усилителем. В иных случаях используется компьютер с подключенными мониторами и настроенными интерфейсными платами для подключения к усилителю. Для контроллеров необходимо специализированное программное обеспечения для управления вибрацией. Производители виброиспытательных систем сейчас предлагают программное обеспечение для ПК, в котором объединены такие функции, как управление испытательной системой, а также запись и анализ данных.



Рис. 3: Ракета-носитель первой ступени в виброиспытательной установке. (Космический центр им. Хруничева)

Толкатели (элементы вибратора): Толкатель виброиспытательной системы, контролируемой в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, имеет очень тяжелое U-образное основание из литой стали, надежно прикрепленное к поверхности с помощью толстых фланцев. Его длина сбоку достигает приблизительно 1,3 м, а вес — несколько метрических тонн. Цилиндрический или барабанный стальной корпус вибратора (имеющего длину и диаметр приблизительно 1 м) закреплен между вертикальными конструкциями основания. На этих вертикальных конструкциях, как правило, установлены цапфы, которые позволяют корпусу вибратора осуществлять вращения для изменения направления толкателя. На рис. 1 показано испытание на вибрацию лазерного высотомера спутника. На рис. 3 показана ракета-носитель в виброиспытательной установке.

Часть толкателя, которая передает вибрацию на предмет испытания, представляет собой металлический стержень, выступающий из одного конца корпуса вибратора. Стержни просверливают отверстия для болтов, необходимых для закрепления предмета испытания. Резиновая мембрана между плитой стержня и корпусом вибратора применяется для герметизации внутренних процессов.

В систему толкателя может входить стол скольжения (см. рис. 4), который, как правило, производится из магния для минимизации веса. Он поддерживает вес предмета испытания на масляной пленке или аэростатической опоре над основанием стола скольжения, которое часто производится из гранита.

Чтобы использовать стол скольжения, толкатель поворачивается на цапфах, пока ось движения его стержня не достигнет горизонтального положения. После этого стержень прикрепляется к боковой кромке стола скольжения для передачи вибрации в одной из горизонтальных осей на предмет испытания. Подобный стол скольжения имеет такие же размер и вес, как и толкатель. Оба устройства могут быть установлены на общем основании.

Усилитель: Усилитель для виброиспытательной системы, контролируемой в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, занимает один или несколько полных блоков электронного оборудования управления мощностью (0,5 м шир. x 0,75 м дл. x 2 м выс.) Мощность электрического сигнала для приведения в действие такой системы должна составлять приблизительно от 60 кВт до 80 кВт. Передаваемая мощность настолько велика, что усилитель требует подключения к системе энергоснабжения помещения; для него нельзя использовать обычные электрические провода и вилки.



Рис. 4: Пример толкателя и стола скольжения. (Kingdom Pty Ltd)

Охлаждение: Поскольку толкатель и усилитель тратят половину своей выходной мощности на выделение теплоты, им требуется охлаждение с помощью принудительного потока воздуха или циркулирующего жидкого охладителя. Стандартные установочные размеры вентилятора для охлаждения воздуха составляют 1,5 м x 0,5 м x 0,8 м. Его вес — от 200 кг до 250 кг. Система жидкого охлаждения подает и обращает охлаждающую воду в виброиспытательной системе и охлаждающую башню или радиатор, оборудованный электрическими вентиляторами. Любая из перечисленных систем жидкого охлаждения имеет по крайней мере такой же размер, как и вентилятор для охлаждения воздуха. В качестве альтернативы через охлаждающую систему можно просто пропустить, а затем спустить воду из помещения.

- Китай
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Франция
- Нидерланды
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Поддерживающие конструкции: Поддерживающие конструкции испытательного оборудования, используемые в таких виброиспытательных системах, представляют собой специально изготовленные сборочные единицы, размеры которых составляют 3 м x 3 м x 3 м или выше в зависимости от испытательной установки, а вес — от 5 т до 10 т. Электронные устройства, разработанные для создания законченной вибрационной системы, варьируются от обычных ПК, оборудованных несколькими специальными внутренними интерфейсными платами, каждая их которых управляет одним из толкателей, до одного или нескольких блоков специально собранного электронного оборудования. Последние тенденции в области виброиспытаний — использование систем на основе ПК, так как они обеспечивают достаточную гибкость при невысоких затратах. Поскольку специализированные интерфейсные платы управления вибрационной системой устанавливаются на ПК, по внешним признакам, возможно, будет сложно определить, что такие ПК контролируются в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями.

Внешний вид (комплектный): За исключением контроллера системы, имеющего, как правило, такой же размер, как и персональный компьютер, и пригодного для транспортировки в стандартной упаковке для ПК, компоненты виброиспытательных систем, контролируемых в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, настолько велики и тяжелы, что требуют размещения в специально сконструированных деревянных контейнерах чрезвычайно прочной конструкции.

15.B.2. Аэродинамические трубы со скоростью потока 0,9 M и более, используемые для систем, указанных в позиции 1.A или 19.A, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A.

Характер и предназначение: Аэродинамические трубы — это большие камеры, в которых происходит циркуляция либо продувка воздухом испытательного участка, содержащего дубликат ракеты или БЛА. Они применяются для измерения аэродинамических характеристик конструкции летательного аппарата во время имитированного полета в атмосфере. С помощью измерительных приборов на испытательном участке собираются данные о подъеме и полете аппарата на малой высоте, об устойчивости и управляемости, о компоновке входного и выхлопного устройств двигателя, о тепловом воздействии и инфракрасной сигнатуре. Аэродинамические трубы бывают двух типов: непрерывного потока (например, с замкнутой цепью), применяемые для измерения аэродинамических параметров в течение длительного периода времени, и продувочного (например, ударные аэродинамические трубы), которые используются для измерения аэродинамических параметров в течение короткого периода времени..

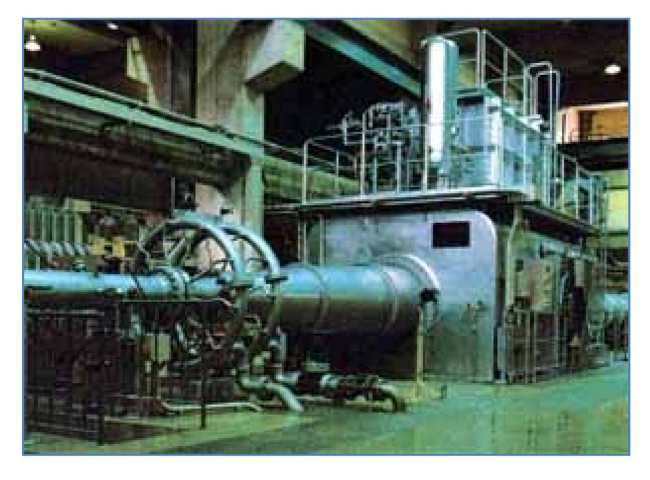


Рис. 5: Гиперзвуковая аэродинамическая труба, способная поток в которой способен достигать скорости 5 Махов для испытания условий полета при запуске летательных аппаратов. (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd)

Метод работы: В аэродинамических трубах с непрерывным потоком для перемещения потока воздуха через коллектор с целью получения необходимого числа Маха в горловине (или участке испытания) используется электроприводный компрессор вентилятора. После того, как поток воздуха покидает участок испытания, он проходит через диффузор, а затем, возвратившись к вентилятору, создает непрерывный поток воздуха, который продувает объект испытания. Продувочные аэродинамические трубы хранят воздух или иной газ во вместительном резервуаре под высоким давлением, выпускают его через клапан управления в коллектор трубы по направлению участка испытания, а затем выдувают этот воздух в атмосферу через диффузор.



Рис. 6: Крупный комплекс для проведения испытаний с помощью аэродинамической трубы. (NASA)

Типичные области применения, относящиеся к ракетам.: Аэродинамические трубы, способные превышать скорость 0,9 Маха, применяются для испытания ракет, сверхзвуковых БЛА и

возвращаемых аппаратов. Для полетов на высокой скорости (как правило, выше 3 Махов) могут проводиться испытания на перенос теплоты. Для испытания баллистических ракет дальнего радиуса действия требуются высокоэнтальпийные аэродинамические трубы с непрерывным потоком (или продувочные трубы), способные развивать скорость потока до 5 Махов (см. иллюстрацию 5).

Другие способы использования:: Аэродинамические трубы используются при проектировании сверхзвуковых летательных аппаратов.

Внешний вид (заводской): Аэродинамические трубы представляют собой крупные комплексы с несколькими постройками, в которых размещены участок испытания, компрессоры, системы сбора данных и источники энергоснабжения (см. рис. 6). Аэродинамические трубы, подходящие для испытания ракет полного размера, как правило, имеют длину от 50 м до 100 м и ширину от 25 до 50 м, а диаметр их диффузоров составляет от 10 м до 15 м. Аэродинамические трубы для испытания небольших моделей могут иметь гораздо меньший диаметр. Крупные аэродинамические трубы, как правило, размещаются в горизонтальном овале, длина которого больше длины участка испытания в 10-20 раз и больше его ширины в 5-10 раз. Цилиндрические участки труб, как правило, состоят из сваренных стальных плит, которые образуют схему-цепь, поддерживаемую снаружи стальными двутавровыми балками. В некоторых аэродинамических трубах для изменения характеристик потока воздуха используются участки с регулирующимися соплами.

- Канада
- Франция
- Япония
- Нидерланды
- Швейцария
- Соединенные Штаты
- Китай
- Германия
- Индия
- Российская Федерация
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



На участках испытаний, расположенных на одном из концов трубы, часто устанавливаются большие входные дверцы, через которые в трубу доставляется (а также увозится) и помещается на поддерживающие конструкции предмет испытаний. Участок испытаний может иметь окна, предназначенные для наблюдения за сверхзвуковым потоком воздуха, обдувающим ракету, с помощью специальных фотографических шлирен-устройств записи (или иных неинтрузивных устройств визуализации потока). На участке испытаний обычно расположено связанное с ним помещение для проведения различных операций, в котором находятся органы управления и приборы для сбора данных. Из этого помещения контролируется доставка, размещение и вывоз объектов испытания. Испытание ракет полного размера в аэродинамических трубах с непрерывным потоком дает наиболее точные результаты, но требует высокой мощности.

В продувочных туннелях воздух или другие газы хранятся в больших резервуарах или цилиндрах под высоким давлением. Вентиляционный канал, перекрытый большим клапаном или мембраной, соединяет резервуары с коллектором трубы и участком испытаний. Стены труб , как правило, изготавливаются из относительно толстой стали и иногда покрыты изоляцией вследствие высоких температур, создаваемых очень высокими скоростями потока воздуха. Большой компрессор применяется для накачки воздуха в резервуары перед началом испытания.



Рис. 7: Объекты на участке испытаний гиперзвуковой аэродинамической трубы. (Оборудование РКРТ, программное обеспечение и приложение к руководству по технологиям, третье издание (май 2005 г.))

Внешний вид (комплектный): Поскольку аэродинамические трубы и связанные с ними постройки являются достаточно большими структурами, они редко доставляются в собранном состоянии. Отдельные компоненты, такие как электродвигатель компрессора, лопасти вентилятора, угловые поворотные лопатки, законченные участки испытаний или их стены, окна для наблюдения, пульты управления и панели измерительных приборов перевозятся с помощью контейнеров или тяжелых грузовых поддонов. Основные стены трубы, как правило, перевозятся как структурные компоненты, которые должны быть собраны в помещении для проведения испытаний.

15.B.3. Испытательные стенды, используемые для систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A, обеспечивающие возможность испытания ракет или ракетных двигателей на жидком и твердом топливе с тягой свыше 68 кН или обеспечивающие возможность измерения составляющих вектора тяги одновременно по трем осям.

Характер и предназначение: Испытательные установки и стенды для испытания ракетных систем и ракетных двигателей на твердом топливе с тягой более 68 кН являются крупными неподвижно закрепленными структурами. Они надежно фиксируют предмет испытаний, который работает на полную мощность, для сбора данных по критическим параметрам производительности. Эти данные играют важную роль в проектировании конструкции и служат подтверждением ее целостности и производительности. Ракетные двигатели на жидком топливе иногда испытываются на испытательных стендах для проверки производительности перед доставкой.

- Китай
- Германия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Франция
- Нидерланды
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Метод работы: Предмет испытаний устанавливается на испытательную установку или стенд. Проводится размещение и проверка датчиков. Персонал покидает область испытания, а затем во время работы ракеты на полную мощность собираются данные.

Ракетные двигатели на твердом топливе обычно проходят испытание, находясь в горизонтальном положении, а ракетные двигатели на жидком топливе — в вертикальном. Датчики измеряют показатели давления, расхода ракетного топлива, силы, времени событий, вибрации, смещений и температур. Ракетные двигатели на твердом топливе испытываются до полной выработки, тогда как ракетные двигатели на жидком топливе и гибридные двигатели могут быть задросселированы или выключены. После испытания проводятся проверки и анализ данных.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам.: Испытательные установки и стенды являются очень важным оборудованием во время этапа разработки ракетной программы. Стенды для испытания ракетных двигателей на жидком топливе также используются для полномасштабного испытания компонентов двигателя, например турбонасосов.



Рис. 8: Система измерения нагрузки стенда для испытания ракетного двигателя на твердом топливе. (ATK)

Другие способы использования:: Похожие, хотя и меньшие по размеру, испытательные установки и стенды применяются для испытания реактивных двигателей, включая те, что используются в БЛА.

Внешний вид (заводской): Горизонтальный стенд для испытания ракетных двигателей на твердом топливе (см. рис. 8), как правило, состоит из монтажной тележки, колпака тяги, весового агрегата, упорной подушки и измерительных приборов. Сначала ракетный двигатель на твердом топливе фиксируется и закрепляется в горизонтальном положении на подвижной монтажной тележке. Двигатели большего размера часто прикрепляются к раме, которая затем вставляется в колпак тяги; меньшие по размеру двигатели часто вставляются непосредственно в колпак тяги. Колпак тяги сочленяется с весовым агрегатом, который измеряет показатели трехосных компонентов тяги, а весовой агрегат помещается на большой вертикальный бетонный блок или металлическую раму, называемую упорной подушкой, которая поглощает направленную вперед силу при запуске двигателя. Измерительные приборы, подключенные к весовому агрегату, отправляют данные в пункт расположения записывающей аппаратуры. Вся конструкция обычно расположена на открытом воздухе, но также может частично располагаться в бетонном здании или углублении.



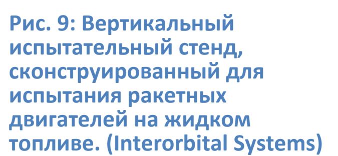


Рис. 9: Вертикальный испытательный стенд, сконструированный для испытания ракетных двигателей на жидком топливе. (Interorbital Systems)



Рис. 10: Ракетный двигатель на твердом топливе, расположенный на испытательном стенде. (Avio SpA)

Для испытания большинства ракетных двигателей на жидком топливе используются вертикальные стенды — крупные портальные конструкции, изготовленные из стальных балок и перекладин (см. рис. 9). Двигатель на жидком топливе прикрепляется к весовым агрегатам, которые измеряют показатели трехосных компонентов тяги; полученные данные отправляются в пункт расположения записывающей аппаратуры. Сборник топлива, ковшеобразный отражатель пламени и, как правило, бетонная водобойная плита, отводящая выхлопы от испытательного стенда, также являются составными частями конструкции.

Внешний вид (комплектный): Установки и стенды для испытания ракет редко транспортируются в собранном виде. Вместо этого материалы и компоненты к ним поставляются отдельно и собираются в месте проведения испытаний. Обзор конструкторских чертежей и инструкций по изготовлению или сборке может охарактеризовать предполагаемый способ использования конструкционных материалов и компонентов.

15.B.4. Камеры имитации внешних условий, используемые для систем, указанных в позиции 1.A или 19.A, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A:

a. камеры имитации внешних условий, способные моделировать любое из следующих полетных условий:

1. способные создавать любое из следующих условий:

a. высоту, равную или более 15 км; или

b. температуру в диапазоне от минус 50°C до плюс 125°C;

2. включающие в себя — или разработанные или модифицированные для того, чтобы включить в них — вибратор или другое виброиспытательное оборудование, способное создавать вибрационные перегрузки, равные или более 10 g (среднеквадратичное значение) в диапазоне частот от 20 Гц до 2 кГц, создающие силовое воздействие, равное или более 5 кН, измеренное в режиме «чистого стола»;

Технические примечания:

1. В позиции 15.B.4.a.2 дано описание систем, способных генерировать вибрации на одной частоте (например синусоидальную волну), и систем, способных генерировать широкий диапазон случайных вибраций (т.е. полный спектр частот).

2. В позиции 15.B.4.a.2 «разработанные или модифицированные» означает, что камера имитации внешних условий обеспечивает надлежащее сопряжение (например, уплотняющее устройство) для подсоединения вибратора или другого виброиспытательного оборудования, которые указаны в этой позиции.

b. камеры имитации внешних условий, способные моделировать все следующие полетные условия:

1. акустическую среду с общим уровнем звукового давления, равного или более 140 дБ (что соответствует давлению 2 × 10^{-5} Н/м^2), или с полной номинальной акустической выходной мощностью, равной или более 4 кВт; и

2. любое из следующих условий:

a. высоту, равную или более 15 км; или

b. температуру в диапазоне от минус 50°C до плюс 125°C.

Характер и предназначение: Испытания на воздействие внешних факторов, проводимые в наземных комплексах, подвергают компоненты, подсистемы и целые аппараты воздействию низкого давления, высоких и низких температур, вибрации и акустики во время активного полета с целью измерения реакции объектов испытаний. Полученные данные используются для подтверждения или корректировки конструкции, что позволяет обеспечить летную пригодность.

Метод работы: Большая высота имитируется путем изолирования объектов испытаний в особо прочных камерах повышенного давления, из которых затем с помощью вакуумных насосов откачивается воздух. Температуры полета имитируются внутри термоизолированных камер, оборудованных нагревателями и холодильным оборудованием. Температурные камеры, контролируемые в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, также должны быть оборудованы соответствующим образом для воссоздания специфических условий вибрации или акустики. Вибрационное оборудование представляет собой моторные плиты, способные воссоздавать амплитудно-частотные спектры для вышеуказанных уровней и имитировать диапазон колебаний

компонентов, подсистем и систем во время активного полета. В акустических камерах применяется комбинация приводимых в действие с помощью электромагнитных или электростатических импульсов динамиков, похожих на громкоговорители, которые воссоздают спектр звукового давления, создаваемого выхлопами ракетного двигателя и аэродинамическим полетом на очень высокой скорости.



Рис. 11: Полноразмерный ракетный двигатель на твердом топливе проходит испытание на имитированной большой высоте. (AEDC)

Типичные области применения, относящиеся к ракетам: Высотные испытания применяются для определения показателей производительности двигателя, теплового обмена, зажигания на большой высоте, разработки сопел и явлений динамики топлива. Одновременное проведение температурно-вибрационных и температурно-акустических испытаний применяется для того, чтобы подвергнуть ракеты воздействию сред, в которых производятся высокоточные полеты, с целью разработки новых технологий и определения пригодности ракет к полету. Проведение таких испытаний не требуется для базовых ракетных программ, однако необходимо для разработок на продвинутом уровне. Данное оборудование может понизить стоимость программы летных испытаний, однако его некоторые компоненты, например камеры с искусственным климатом, могут стоить достаточно дорого.

Другие способы использования: Одновременное проведение высотных, температурно-вибрационных и температурно-акустических испытаний регулярно применяется по отношению к компонентам спутников, тактических ракет и летательных аппаратов.

Внешний вид (заводской): Камеры с имитацией давления окружающей среды представляют собой особо прочные, как правило металлические, непроницаемые для воздуха камеры цилиндрической формы с выпяченными или полусферическими торцами, способными сопротивляться внешнему давлению в одну атмосферу (плюс граница безопасности). В них, как правило, установлены смотровые отверстия из толстого стекла или акрила. Смотровая панель или дверца в одном из торцов предназначена для размещения и извлечения предметов испытания. К ним часто подсоединяют вакуумные насосы для откачивания воздуха из камеры. Их размер определяется предназначением предметов испытания; таким образом, он может варьироваться от менее чем одного метра до десятка метров. Как правило, их обычно поддерживает множество построек, в которых расположены насосы, энергоснабжение, устройства для сбора данных и выполнения операций. На рис. 11 показано испытание ракетного двигателя на твердом топливе на имитируемой высоте (изнутри камеры).

- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Температурные камеры представляют собой термоизолированные камеры или помещения с нагревательным и охладительным оборудованием. Температурные камеры, контролируемые в соответствии с режимом

контроля за ракетными технологиями, имеют предпосылки для проведения вибрационных или акустических испытаний при разных температурах во время полета.

В температурных камерах для виброиспытаний установлено мощное устройство для передачи вибрации предметам испытания. Это устройство, также известное как толкатель или вибратор, обычно содержит круглую плоскую стальную плиту, в которой могут быть просверлены либо нарезаны отверстия для установки предметов испытаний. Плита часто приводится в действие линейным цилиндрическим электродвигателем с возможностью регулирования частоты вращения. В зависимости от размера испытуемых предметов вес этих плит может варьироваться от десятков до тысяч килограмм. Камеры с имитацией внешних условий, контролируемые в соответствии с этой позицией, могут имитировать условия полета при вибрационной перегрузке свыше 10 g (среднеквадратичное значение) в диапазоне частот 20 Гц–20 кГц, при толкающих усилиях равных или более 5 кН и иметь показатели рабочих температур на уровне как минимум от -50 °C до +125 °C. На иллюстрации 12 показан комбинированный прибор для проведения испытаний на воздействие внешних условий или вибрации.



Рис. 12: Конфигурация прибора для проведения испытаний на воздействие вибрации и внешних условий. (TUV Rheinland)

Температурные камеры для проведения акустических испытаний представляют собой большие помещения с установленными в стенах акустическими динамиками. Динамики являются монотонными (работают на одной частоте). Их длина варьируется от нескольких сантиметров (высокочастотные динамики) до 1 м (низкочастотные динамики) с соответствующими размерами площади отверстия выхода. Для проведения акустических испытаний требуется обтянуть камеру мягким, пористым, звукопоглощающим, гофрированным, с очень крупной насечкой (часто в форме конуса), материалом.

Внешний вид (комплектный): Внешние камеры с имитацией давления могут быть разными по размеру, однако, как правило, они очень велики и поэтому собираются на месте проведения испытаний. Большие температурные камеры, контролируемые в соответствии в режимом контроля за ракетными технологиями, могут транспортироваться в качестве сборно-разборочных панелей конструкционных материалов. С помощью инструкций по сборке или строительных чертежей можно определить их предполагаемое использование. Меньшие по размеру температурные камеры перевозятся подобно обычной холодильной камере. Динамические испытательные плиты в частично собранном состоянии перевозятся в простых деревянных контейнерах с внутренними фиксирующими устройствами и амортизирующим прокладочным материалом. Обычно на контейнерах для перевозки этого прочного оборудования нет никаких обозначений касательно особого обхождения с содержимым. Акустические динамики перевозятся в металлических банках или деревянных контейнерах. Поскольку приводы диафрагмы этих динамиков являются уязвимыми компонентами, на транспортировочных контейнерах могут находиться обозначения об особом обращении.



Рис. 13: Управляемая камера с имитацией внешних условий и возможностью вибрации. (RMS Dynamic Test Systems)

15.B.5. Ускорители с энергией ускоренных электронов свыше 2 МэВ, способные создавать тормозное электромагнитное излучение, и системы, в составе которых имеются такие ускорители, используемые для испытания систем, указанных в позициях 1.A, 19.A.1 или 19.A.2, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A.

Примечание:
По позиции 15.B.5 не контролируется оборудование, специально разработанное для медицинских целей.

Характер и предназначение: Ускорители, контролируемые в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, бывают трех типов: линейные высокочастотные (ВЧ) ускорители (линейные ускорители), импульсные рентгеновские установки и механические электростатические ускорители высокого напряжения (тип: Ван-де-Грааф). Их главное предназначение — генерировать рентгеновские лучи, способные просвечивать части ракеты (например, ракетные двигатели на твердом топливе) с целью получения рентгеновских снимков их внутренней части. Другие способы использования рентгеновских лучей — имитация поражающих факторов ядерного оружия и быстрое рентгеновское фотографирование быстропротекающих событий вроде взрывов или столкновений.

Метод работы: Ускорители, представляющие наибольший интерес, относятся к линейным. Они ускоряют пучок или группу электронов до скорости, близкой к скорости света, пропуская их через полости, заряженные электрическим напряжением, обеспечиваемым высокочастотным генератором. Поскольку эти полости дают кумулятивный эффект, с помощью относительно небольших устройств может быть получена общая энергия электронов на уровне миллионов электронных вольт (МэВ). Этот энергетический пучок электронов покидает линейный ускоритель и попадает в мишень (как правило, плотный металл вроде вольфрама). При замедлении скорости внутри мишени электроны выделяют рентгеновское излучение, это явление получило название «bremsstrahlung», что в переводе с немецкого означает «тормозное излучение». Рентгеновские лучи проходят сквозь объект и записываются на пленку или постепенно поступают на электронные датчики, которые немедленно отображают снимок на экране компьютера. Ускоритель Ван-де-Граафа обычно создает высокий электростатический потенциал, приводя в действие механическим способом резиновую ленту или гирлянду изоляторов гладких корольков металла на поверхности изоляции. Мишени, применяемые в электростатических ускорителях для остановки электронов, представляют собой металлическую фольгу, подобную той, что используется в линейных ускорителях. Большинство рентгеновских установок заряжают крайне многочисленные конденсаторы высоким напряжением, а затем внезапно разряжают их. Как и в случае с линейным ускорителем, полученный в результате поток электронов поражает мишень из тяжелого металла и создает рентгеновские лучи.

- Китай
- Индия
- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Германия
- Япония
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Типичные области применения, относящиеся к ракетам: Одним из наиболее главных способов использования линейных ускорителей является генерирование рентгеновских лучей для

недеструктивных испытаний ракетных двигателей на твердом топливе. Их применяют для обнаружения трещин и пустот в заряде твердого ракетного топлива, трещин и незаконченных сварных швов в кожухе или незаконченных соединений с изоляцией или внутренним покрытием. Такое рентгеновское оборудование может применяться для проверки большинства ракетных компонентов, например частей конструкции, сварных швов, сопел и частей турбонасосов. Линейные ускорители также используются для исследования влияния ядерного излучения на электронное оборудование ракет и испытания оборудования и частей на стойкость к излучению. Для этих задач также используются большие импульсные рентгеновские установки (это их главное предназначение). Ускорители Ван-де-Граафа не применяются для решения этих задач из-за своего размера и низкой выходной мощности пучка электронов (и, следовательно, низкой мощности рентгеновских лучей).

Другие способы использования: Промышленные микроволновые, высокоэнергетические рентгеновские установки с использованием ускорителя регулярно использовались на протяжение 30 лет в различных промышленных целях. Это, например, обнаружение дефектов в больших сборных бетонных и сварных конструкциях, которые используются в производстве компонентов для автомобильной, кораблестроительной, авиакосмической промышленности и индустрии производства электроэнергии. Эти установки также применяются в больших системах безопасности для обнаружения контрабанды или взрывчатки в отгрузочных контейнерах. Подобная технология применяется при производстве устройств, которые используются для лечения рака.

Внешний вид (заводской): Из-за его небольшого размера и прочности, обычно используемый ускоритель на 2+ МэВ является линейным ускорителем, как показано на рисунке 14. Эти рентгеновские машины состоят из пяти главных частей: акселератора, рентгеновской головки, радиочастотных усилителей или модуляторов, пульта управления и корпуса водяного насоса. Похожая на коробку конструкция на рисунке 14 содержит ускоритель и рентгеновскую головку.

Источником рентгеновского излучения является рентгеновская головка. Она подключена к радиочастотному модулятору посредством волновода, который является прямоугольной твердой или полутвердой трубой или кабелем. Ускорительная часть рентгеновской головки – это трубка или труба с полукруглыми дисками попеременно расположенными на сторонах вдоль ее длины. Эта сборная конструкция может располагаться в центре электромагнита большего диаметра. Радиочастотный модулятор или усилитель, который обеспечивает подачу радиочастотной энергий трубке ускорителя, часто находится отдельном корпусе. Эта энергия обычно подается в систему через прямоугольный волновод или, что менее часто, коаксиальный кабель. Модулятор работает на частоте, соответствующей ускоряющей конструкции, обычно это диапазон 1–3 ГГц. Другие вспомогательные компоненты – это система управления и система водяного охлаждения. Эти системы управляют ускорителем и охлаждают его, чтобы поддерживать температуру в нем в пределах узкого рабочего диапазона. Типичные размеры рентгеновской головки, корпуса модулятора и пульта управления приведены в Таблице 1.



Рис. 14: Типичный линейный рентгеновский ускоритель. (Varian Associates)

Рентгеновское излучение, генерируемое РКРТ-управляемыми ускорителями, обладает достаточной энергией, чтобы требовался свинцовый экран нескольких сантиметров толщиной. Эти ускорители часто отправляются без экрана, поскольку экран может быть легко изготовлен и установлен получателем. Часто не экранированная система помещается в экранированное здание.

Другим типом ускорителя, используемого в генерации высокоэнергетического рентгеновского

излучения, является генератор типа Ван де Граафа с механическим приводом. Эти системы являются намного большими, чем линейные акселераторы, и их сложнее размещать, таким образом, они обычно не используются для рентгенография. Они состоят из кабеля электропитания высокого напряжения, способного к производству электростатических потенциалов 2 МэВ или больших, трубки ускорителя, сделанная из сильно отполированного никеля, и пульта управления. Источник электропитания и трубка ускорителя обычно являются встроенными частями. Они содержатся в изготовленном из толстостенной стали резервуаре высокого давления, в котором во время работы содержится сильно диэлектрический газ, такой как гексафторид серы или чистый азот под давлением в несколько атмосфер. В отличие от линейных ускорителей, которые достаточно малы, чтобы вращаться вокруг облучаемой рентгеном части, очень большие электростатические ускорители являются стационарными, а испытуемая деталь перемещается необходимым образом для достижения требуемого относительного расположения. Типичные размеры системы Ван де Граафа приведены в Таблице 2.

Таблица 1. Типичные размеры линейного ускорителя

	Рентгеновская головка	Корпус модулятора	Пульт управления
Высота	0,5 м	1,0 м	0,2 м
Ширина	0,5 м	0,5 м	0,3 м
Глубина	1,0 м	1,0 м	0,3 м
Вес	200 кг	300 кг	3 кг

Таблица 2. Типичные размеры системы Ван де Граафа

	Аппарат высокого давления	Пульт управления
Длина	2,5 м	0,2 м
Диаметр	1,0 м	
Ширина		0,2 м
Вес	1200 кг	2 кг

Оборудование для импульсного рентгена обладает размерами от настольных устройств до огромных систем, которым требуются специальные здания. Типичное устройство, используемое для осмотра твердотопливного заряда ракетного двигателя, показано на рисунке 15.

Внешний вид (комплектный): Линейные ускорители упаковываются для отправки в ящики или коробки. Они могут выглядеть как три отдельных корпуса. Рентгеновская головка и модулятор обычно прибывают от одного продавца. Система охлаждения и система управления могут быть куплены отдельно.

В упаковке используются пена, пенопласт или другой снижающий удары наполнитель, защищающие модулятор от чрезмерных вибраций и ударов. Оборудование может быть маркировано предостерегающими о рентгеновском излучении этикетками, знаками радиочастотного излучения и, возможно, этикетками, указывающими на высокое напряжение. Система может быть тяжелее, чем более низкоэнергетические системы из-за объема свинцового экранирования, если она отправлена с установленным экраном, требуемым для ограждения

персонала от проникающих рентгеновских лучей.



Рис. 15: Импульсный рентген на 2,3 МэВ, используемый при осмотре твердотопливных ракетных двигателей. (Оборудование РКРТ, программное обеспечение и приложение к руководству по технологиям, третье издание (май 2005 г.))

Электростатические ускорители намного больше. Блок электропитания высокого напряжения и ускорительная трубка отправляются вместе в аппарате высокого давления. Из-за своего веса аппарат высокого давления наиболее вероятно отправляется в ящике, сделанном для обращения на вильчатом грузоподъемнике. Устройство вряд ли будет отправлено в рабочем состоянии и обычно упаковывается дополнительным материалом в аппарате высокого давления, чтобы поддерживать колонку блока электропитания высокого напряжения и ускорителя.

15.C. Материалы

Нет

15.D. Программное обеспечение

15.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» оборудования, указанного в позиции 15.B и применяемого для испытания систем, указанных в позициях 1.A., 19.A.1 или 19.A.2, или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A.

Характер и цель: Программное обеспечение, используемое в баллистических ракетах и установках испытания БПЛА, специально разрабатывается для управления специализированным испытательным оборудованием и записи результатов испытаний для дальнейшего анализа. В частности, программное обеспечение для управления вибрационными испытаниями, подает соответствующие сигналы цифровым контроллерам, которые моделируют вибрации, относящиеся к активному участку полета ракеты. Этот сигнал может изменяться в широком диапазоне частот и амплитуд, а ответ испытуемого образца, такого как бортовой компьютер, регистрируется компьютерной системой. Другое программное обеспечение собирает данные из аэродинамической трубы во время испытаний авиационных конструкций. Автоматизированные системы могут записывать скорость ветра и получающиеся подъемную силу, сопротивление, стабильность, тепловые эффекты и генерируемые испытуемым образцом данные инфракрасной

сигнатуры. Программное обеспечение для испытания твердо- и жидкотопливного ракетного двигателя собирает информацию от компонентов конструкции двигателя во время проверки двигателя. Среди прочих показаний, результаты испытаний включают переходное и рабочее давления при запуске, деформации корпуса двигателя, тепловые данные и данные производительности двигателя. Все эти данные анализируются для оценки производительности ракетных подсистем и пригодности проекта.

Метод работы: Стандартная виброиспытательная система состоит из вибратора или толкателя для испытаний на вибрацию образцов, прикрепленных к нему, усилителя или другого источника питания для приведения вибратора в действие; контроллера для подачи команд на усилитель с целью выбора необходимой частоты вибрации и профиля амплитуды испытания; а также системы охлаждения воздуха или жидкости для вибратора и усилителя.



Рис. 6. Настольный компьютер со специализированными интерфейсными картами и программным обеспечением. (Unholtz-Dickie)

Испытуемый образец надежно устанавливается на крепление вибрационного стола, после чего на устройство устанавливаются датчики и другие чувствительные элементы. Другие сигнальные кабели подключены для записи любых внутренних электрических откликов или изменений сигнала, которые могут произойти во время испытания. Оператор вводит частоту вибрации и информацию об амплитуде в компьютерный контроллер, который затем преобразовывает эти вводные данные в сигналы, посылаемые усилителю мощности, который управляет вибрационным столом.

Программное обеспечение для работы с аэродинамической трубой или испытаниями запуска твердо- или жидкотопливных ракетных двигателей собирает данные систем измерительных приборов, установленных на испытуемом образце. У этого программного обеспечения могут быть встроенные возможности анализа для помощи ракетному инженеру в оценке результатов испытания.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам: Этот тип программного обеспечения управляет испытательным оборудованием, моделирующим условия окружающей среды, которым в полете подвергается баллистическая ракета или БЛА, без необходимости расходования настоящей ракеты или БЛА в испытании. Применение надежных наземных испытаний на бортовых системах уменьшает время и стоимость разработки этих подсистем.

Другие области применения: Этот тип программного обеспечения доступен для других отраслей промышленности. Испытательные вибрационные станции и аэродинамические трубы используются для проверки других военных и гражданских продуктов, такие как самолеты. То же самое программное обеспечение с незначительными модификациями может использоваться для управления работой этих деталей испытательного оборудования и контроля результатов испытания образцов.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение обычно принимает форму компьютерной программы, сохраненной на печатных, магнитных, оптических или других носителях. Любые общие носители включая магнитную ленту, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы могут содержать это программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы, содержащие это программное обеспечение, не отличаются от любых других носителей данных. Только маркировка и сопровождающая документация могут указать ее использование, если программное обеспечение не запущено на соответствующем компьютере. Эта технология, включая документацию, может быть передана в электрическом виде по компьютерной сети.

15.E. Технология

15.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позиции 15.B или 15.D.

Характер и цель: «Технология» – это предоставление существенной помощи или содействия стране, занятой в развитии баллистических ракет или БЛА, а также оборудование, требуемое для производства этих деталей без внешней помощи. Технология разработки испытательных станций, используемая в производстве баллистических ракет или БЛА, включает полное понимание работы проверяемой бортовой системы и ожидаемый от нее ответ. Также требуется опыт для проектирования и постройки испытательной платформы, достаточно точно моделирующей окружающую среду. Страна может разрабатывать испытательное программное обеспечение в течение длительного времени, за которое собираются экспериментальные данные. Использующиеся в этом разделе проекты или технические чертежи, описывающие производство или управление такими деталями относящегося к ракетам испытательного оборудования, очевидно являются критически важной технологией. Передача программного обеспечения для компьютеризированного испытания и анализа также относится к контролируемой РКРТ технологии.

Метод работы: Техническая помощь доступна во многих формах. Техническая помощь может состоять из инструктажа, предоставленного человеком, специализирующимся в одной или более управляемых областях, таких как большое оборудование для вибрационных испытаний или камеры испытаний жидкотопливных ракетных двигателей, который действует как инструктор в классной комнате на участке производства или около него. Страна может получить техническую помощь от одной или более консультационных служб, которые специализируются на определенном навыке производства. Страна может получить помощь в приобретении как в форме обеспечения техническим оборудованием, машинами или материалами, так и в форме помощи в определении детали, необходимой для программы. Наконец, страна может получить техническую помощь, посылая студентов в другие страны для посещения ими учебных курсов и получения практических навыков, необходимых для постройки и управления требуемыми системами.

Типичные области применения, относящиеся к ракетам: С небольшими исключениями техническая помощь, необходимая для постройки и работы с оборудованием испытания баллистических ракет или БЛА, используется только с этими целями. Ракеты-носители и исследовательские ракеты, используемые в исследовании погоды, с незначительными модификациями являются по существу баллистическими ракетами, а технология, используемая в ракетах-носителях и исследовательских ракетах, является по существу одинаковой.

Другие области применения: Гражданская и военная авиация могут использовать уменьшенные версии этой технологии.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II–Раздел 16

Имитационное моделирование и конструкторская компоновка

Категория II–Раздел 16: Имитационное моделирование и конструкторская компоновка

16.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

16.A.1. Специально разработанные гибридные (аналого-цифровые) ЭВМ для моделирования, имитации или автоматизированного проектирования систем, указанных в позиции 1.A., или подсистем, указанных в позиции 2.A.

Примечание:
Контроль осуществляется только в том случае, если оборудование снабжено соответствующим «программным обеспечением», указанным в позиции 16.D.1.

Характер и назначение: Программные инструменты интегрирования, моделирования, симуляции и разработки предоставляют недорогие механизмы планирования и оптимизации дорогостоящих космических и военных миссий и операций. Проектировщик, имеющий разрешение использовать компьютеры для постройки и запуска ракетных систем и беспилотных летательных аппаратов (БЛА), сможет исследовать и проверить множественные изменения в конструкции и условиях полета с помощью этих инструментов, избегая повышенных затрат на разработку, проверку и перестройку прототипов. Данная возможность моделирования значительно снижает затраты денег и времени, необходимого для разработки ракеты или БЛА. Различные машинные команды играют критическую роль в разработке ракет с необходимыми рабочими характеристиками, особенно для ракет большой дальности. Использование полной библиотеки программных инструментов для подтверждения рабочих характеристик на стадии разработки, позволяет разработать ракеты с наиболее подходящими показателями для миссии, включая «дальность» и «полезные нагрузки».

- Австралия
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Норвегия
- Южная Африка
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Бразилия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Украина
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Гибридные компьютеры комбинируют аналоговые и цифровые компоненты, чтобы извлечь преимущества использования и тех и других. Они особенно полезны в ситуациях, когда поток данных чрезвычайно быстрый, а отношение сигнал-шум достаточно низкое, например в антенных решетках в фокальной плоскости передовых датчиков. Такие условия работы могут подвергать слишком высокой нагрузке исключительно цифровые компьютеры, поскольку такие компьютеры не всегда успевают за потоком данных, а слабый сигнал не всегда создает четкие значения «1» или «0», необходимые для цифровых устройств. Поэтому, для сбора и обработки выходной информации датчиков, перед оцифровкой иногда используются аналоговые электронные схемы.

Метод эксплуатации: Большинство программных моделей разработки ракет представляют собой физику работы ракеты для проверки структурных характеристик ракет и их компонентов (см. рис. 1 и 2). Современные аэродинамические модели предлагают очень точную обработку внутренних и внешних потоков ракеты, и могут быть настроены на необходимую геометрию тестируемой ракеты.

Термодинамические модели предсказывают аэродинамический нагрев и химические реакции, участвующие в реактивном движении и термальной защите ракет, а также теплоотдачу на критические компоненты ракеты. Применение моделей конечных элементов широко распространено в разработке конструкций ракет, как и применение моделей, комбинирующих элементы управления ракетой и систему наведения, для проверки производительности. После окончания разработки, компоненты подсистем активно тестируются с помощью симуляторов компонентов в контуре. Эти симуляторы могут имитировать, как прямолинейный запуск механических соединений ракетного сопла по время симуляции тестового запуска, так и чрезвычайно сложные лабораторные сборки, включая измерение ответов от комплексных подсистем, таких как системы наведения и управления.

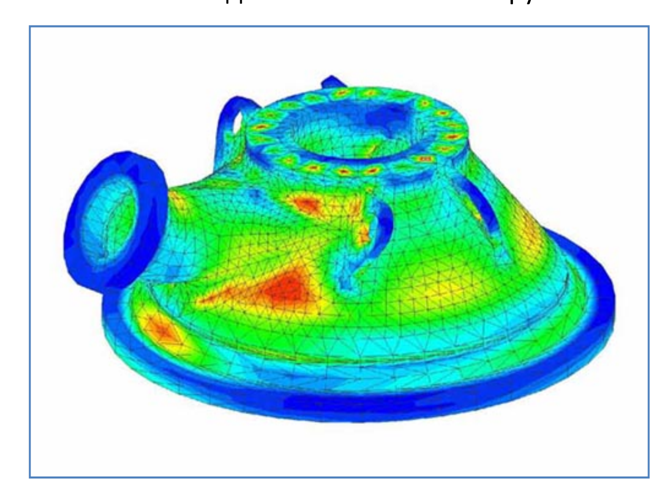


Рис. 1: Программное обеспечение моделирования и симуляции используется для анализа структуры ракетных двигателей и компонентов, ускорителей спутников, баков для ракетного топлива и антенн. (EADS)

Типичное использование в ракетах: Программное обеспечение для разработки ракет может применяться различными способами на ранних стадиях разработки. Моделирование и симуляции могут использоваться в прототипах и моделях для: определения и проверки параметров и функций датчиков и другого коммуникационного оборудования и «полезных нагрузок» оружия; создания и определения множества конфигураций, характеристик наибольшей тяги, аэродинамических нагрузок при полете, структурных требований, требований к теплоизоляции, а также систем наведения и управления. Подсистемы, разработанные на основе этих моделей, проверяются в эксплуатации, зачастую с помощью с применением программного обеспечения для симуляций, чтобы подтвердить их характеристики и отточить модели согласно требованиям. После этого компьютер комбинирует эти специфические модели, чтобы представить интегрированную ракетную систему или БЛА в полете и подтвердить характеристики разработки перед фактическими полетными испытаниями. Такой подход исключает необходимость дорогостоящих повторяющихся полетных испытаний.

Другое применение: Многие из более фундаментальных программных моделей, применяемых в разработке ракетных систем и БЛА используются и в промышленности. Техники структурного моделирования используются при разработке грузовиков, зданий и прочей инфраструктуры, в частности для проверки их прочности и структуры. Термодинамические коды применяются в разработке спутников и электростанций. Компьютеры движения в полете широко применяются при тренировке пилотов и в других авиасимуляторах.

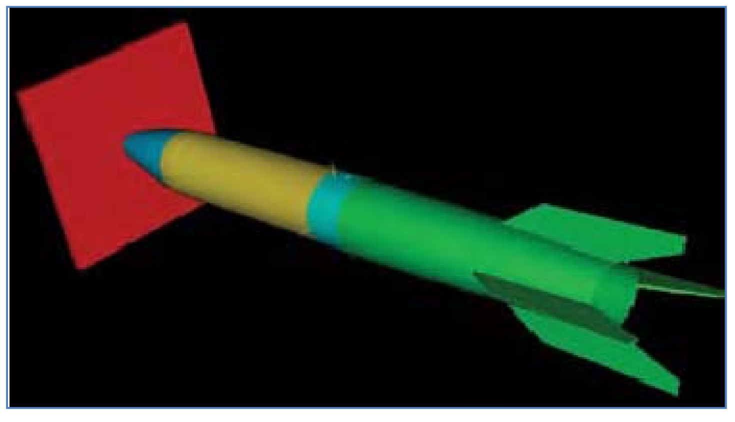


Рис. 2: Вычислительная модель, применяемая для симуляции попадания ракеты. (Sandia National Laboratories)

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение для разработки ракет физически невозможно отличить от промышленного программного обеспечения. Оно хранится на тех же компьютерных дисках, компакт-дисках, и т. д. Ракетные аналоговые или гибридные компьютеры — обычные электронные устройства, обычно не больше хлебницы. Компьютеры движения в полете — шкафы, состоящие из распространенных в промышленности стоек электроники. Ракетное программное обеспечение и специализированные динамические модели полета можно также загрузить на полностью цифровую ЭВМ, работающую в реальном масштабе времени (эмулятор полета). Модели в реальном масштабе времени можно использовать, чтобы заменить тестовое оборудование.

Внешний вид (комплектный): Электроника, как например аналоговые и гибридные компьютеры, может быть упакована различными способами, включая контейнеры, используемые для перевозки хрупких инструментов и компьютерных мониторов. Компьютеры движения в полете перевозятся так же, как и другое электронное оборудование. Другие аппаратные средства для симуляции полета, включая столы, могут упаковываться для перевозки в деревянные коробки. Программное обеспечение для моделирования в реальном масштабе времени выглядят идентично другим программным продуктам и упаковываются в картонные коробки, возможно, в усадной пленке (если только что произведены) или на немаркированные медиа-носители, такие как гибкие диски, компакт-диски или ¼ -дюймовые компакт-кассеты с магнитной лентой.

16.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

16.C. Материалы

Нет.

16.D. Программное обеспечение

16.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное для моделирования, имитации или автоматизированного проектирования систем, указанных в позиции 1.A., или подсистем, указанных в позиции 2.A или 20.A.

Техническое примечание:
Моделирование включает в себя, в частности, анализ аэродинамических и термодинамических характеристик систем.

Характер и назначение: Моделирование, симуляция и интегрированная разработка позволяют исследовать множественные изменения структуры и условий полета, исключая затраты на перестройку, проверку и повторную разработку прототипов. Данная возможность моделирования значительно снижает затраты денег и времени, необходимого для разработки ракеты или БЛА. Модели автоматизированного проектирования играют критическую роль в разработке ракет и БЛА с необходимыми характеристиками дальности и полезных нагрузок. Это особенно заметно при проектировании баллистических ракет большой дальности. Использование полной библиотеки

программных инструментов для подтверждения рабочих характеристик на стадии разработки, позволяет разработать ракеты с наиболее подходящими показателями для миссии, включая «дальность» и «полезные нагрузки».

Метод эксплуатации: Большинство программных моделей для разработки ракет представляют физику работы ракет. Современные аэродинамические модели предлагают очень точную обработку внутренних и внешних потоков ракеты, и могут быть настроены на необходимую геометрию тестируемой ракеты. Термодинамические модели предсказывают аэродинамический нагрев и химические реакции, участвующие в реактивном движении и термальной защите ракет, а также теплоотдачу на критические компоненты ракеты. Модели конечного элемента теперь достаточно достаточно часто применяются в разработке структуры ракеты совместно с моделями, комбинирующими системы наведения и системы управления полетом, для проверки производительности на системном уровне. На рис. 2 выше показан вывод примера структурной модели ракеты.

Типичные способы использования в ракетах: Программное обеспечение для разработки ракет применяется на ранних стадиях процесса разработки для определения общей конфигурации, характеристик наибольшей тяги, аэродинамических нагрузок при полете, структурных требований, требований к теплоизоляции, а также систем наведения и управления. Подсистемы, разработанные на основе этих моделей, проверяются, зачастую с помощью с применением программного обеспечения для симуляций, чтобы подтвердить их характеристики и отточить модели согласно требованиям.

Другие области применения: Многие более эффективные компьютерные модели используемые для разработки ракетных систем и БЛА, также широко применяются и в промышленности. Широко известная структурная модель, NASTRAN, используется при проектировании грузовиков и строительстве мостов. Термодинамические коды, такие как SINDA используются при проектировании спутников и электростанций.

- Австралия
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Южная Африка
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Канада
- Франция
- Индия
- Италия
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швейцария
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Внешний вид (заводской): Программное обеспечение для разработки ракет физически невозможно отличить от промышленного программного обеспечения. Оно хранится на тех же типах компьютерных дисков или компакт-дисках, что и коммерческое программное обеспечение. Также, ракетное программное обеспечение и специализированные динамические модели полета можно загрузить на полностью цифровую ЭВМ, работающую в реальном масштабе времени (эмулятор полета). Модели в реальном масштабе времени можно использовать, чтобы заменить тестовое оборудование.

Внешний вид (комплектный): Программное обеспечение для моделирования в реальном масштабе времени выглядят идентично другим программным продуктам и упаковываются в картонные коробки, возможно, в усадной пленке (если только что произведены) или на немаркированные медиа-носители, такие как гибкие диски, компакт-диски или ¼ -дюймовые компакт-кассеты с магнитной лентой.

Дополнительная информация: Быстродействующие цифровые компьютеры, основанные на стандартных требованиях к шинам, такие как Virtual Machine Europa (VME), Multibus и Futurebus+, предоставляют существенные стредства для разработки программного обеспечения для моделирования полета ракеты в реальных масштабах времени. Эти промышленные стандарты

достаточно быстрые, чтобы поддерживать симуляцию работы ракеты в реальных масштабах времени. Компьютер движения полета — существенный блок интегрирования, позволяющих эффективно применять коммерческие компьютеры в качестве эмуляторов, поддерживающих разработку и тестирования программного обеспечения для разработки ракет. Компьютеры движения полета используют специализированное программное обеспечение операционной системы, которое позволяет им действовать в качестве управляющего симуляцией блока и устройства, регистрирующего характеристики полета.

16.E. Технология

16.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования или «программного обеспечения», указанных в позиции 16.A. или 16.D.

Характер и назначение: Интегрирующая технология проектирования, симуляции и моделирования — знания или данные, необходимые для проектирования программного обеспечения и компьютеров, необходимых для разработки, моделирования и проведения неразрушающих испытаний ракетный систем, БЛА или их компонентов . Программное обеспечение для моделирования подразумевает сложное понимание физики моделируемой области. Проектировщик должен владеть подробными знаниями ракетных систем или подсистем, а затем должен суметь преобразовать эти данные в компьютерную модель. Точность модели будет улучшаться по мере того, как проектировщик получит опыт реальных исследований и испытаний.

Метод эксплуатации: Технология имитационного моделирования и конструкторской компоновки доступна в различных формах. Техническая помощь может состоять из инструкций, предоставленных экспертом в письменной форме, или в виде модификаций существующего программного обеспечения более низкого качества для моделирования, проектирования или симуляции полета, с целью поддержки работы ракетной системы или БЛА; при условии, что обучение проводится в аудитории, на территории или вблизи производственного комплекса. Страна может получить техническую помощь от одной или более консультационных служб, которые специализируются на программном обеспечении для моделирования или разработки. Наконец, страна может получить техническую помощь, отправив студентов в другие страны, обладающие технологией, для посещения обучения и практики навыков, необходимых для построения нужных систем. Любые руководства и материалы, полученные во время обучения, могут быть характеризованы как «технические данные».

Типичные способы использования в ракетах: За редким исключением, «Технология», необходимая для разработки программного обеспечения для моделирования и проектирования ракет или БЛА, используется исключительно в данных целях. Метеорологические ракеты, используемые в погодных исследованиях, с незначительными корректировками, баллистические ракеты, и технология разработки, используемая в баллистических и метеорологических ракетах, является по существу одинаковой. Проектировщики БЛА могут использовать модифицированные варианты программного обеспечения для проектирования и моделирования гражданской и военной авиации.

Другие области применения: Проектировщики БЛА могут использовать урезанные версии программного обеспечения для проектирования и моделирования в отраслях гражданской и военной авиации.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II – Раздел 17

Уменьшение характеристик заметности

Категория II – Раздел 17: Уменьшение характеристик заметности

17.А. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

17.А.1. Устройства для уменьшения характеристик заметности, таких, как радиолокационная отражательная способность, видимость (различимость) в диапазоне уль трафиолетовых и инфракрасных волн, акустическая заметность (так называемая технология «стелс»), для применения в системах, указанных в позиции 1.А или 19.А, или подсистемах, указанных в позиции 2.А или 20.А.

Характер и назначение: Потребность защитить ракеты от обнаружения, перехвата и разрушения привела к разработке технологий для уменьшения их видимости; если первичной целью проекта для нового летального аппарата является уменьшение характеристик видимости, к нему часто в общем относятся как к технологии "уменьшения характеристик заметности". Отраженные сигналы и излучения сокращаются или приспосабливаются благодаря использованию тщательно разработанных форм и специальных материалов. Могут использоваться другие устройства, такие как РЛС с малой вероятностью перехвата сигналов. Цель в том, чтобы усложнить обнаружение объекта.

Метод эксплуатации: Отраженные сигналы и излучения - акустические или электромагнитные по природе. Излучения сводятся к минимуму с помощью любого из широкого диапазона способов, таких как передача на разнесенных частотах, изоляция вибраций, экранирование, маскировка, направление и затухание.

Электромагнитные излучения и отраженные сигналы возникают в многочисленных диапазонах частот, включая микроволновый (радиолокационный), инфракрасный (ИК), видимый и ультрафиолетовый диапазоны. Поскольку заметность летательного аппарата значительно колеблется между и даже в пределах диапазонов частот, в спектре следует применять различные способы. Излучения и отраженные сигналы могут быть направлены далеко от наблюдателя и/или сокращены в амплитуде или изменены в частотной характеристике при помощи тщательно отобранных форм и материалов. Это сокращение достигается за счет формирования, материала или устройств для управления излучениями, отражением, поглощением и вторыми поверхностями (добавленные изоляторы и отражатели). Эти способы или устройства либо скрывают либо маскируют истинную природу объекта от наблюдателя или позволяют летательному аппарату быть обнаруженным только под определенными углами и на протяжении кратких интервалов, таким образом, задерживаясь или избегая обнаружения и захвата.



Рис. 1: Изображение летательного аппарата, который, как предполагается, является малозаметным БЛА, курсирующим на взлетно-посадочной полосе. (Еженедельник Авиации и Космических Технологий)

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Технология "стелс" используется, чтобы усложнить обнаружение, отслеживание, определение и захват системами средств обороны баллистических ракет, атмосферных беспилотных летательных аппаратов (БЛА), включая крылатые ракеты и их полезные нагрузки. Большинство проектных элементов этих систем подвергается обработке с помощью технологии "стелс", включая ее основную форму, структурные компоненты, поверхности и передние кромки крыла, а также ее входные части и отверстия.

Использование в других областях: Большинство материалов, используемых для контроля за видимостью, были первоначально разработаны для военной авиации и установлены как на системах винтокрылого типа, так и на системах с неподвижным крылом. Радиопоглощающие материалы также широко используются в испытательном оборудовании для РЛС. Измененные версии материалов и способов обработки находятся на некоторых судах, субмаринах, наземных БМ и армейских боевых автомобилях. Технология материалов для контроля за излучением также используется для контроля за температурами в спутниках. Несколько устройств могут использоваться с механизмом передачи, чтобы уменьшить обнаружительную способность. Существует коммерческое использование некоторых недорогих материалов с низкими эксплуатационными характеристиками для уменьшения электромагнитных помех и интенсивности солнечного излучения.

- Бразилия
- Франция
- Греция
- Италия
- Нидерланды
- Южная Африка
- Тайвань
- Соединенные Штаты
- Китай
- Германия
- Израиль
- Япония
- Российская Федерация
- Швеция
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Внешний вид (заводской): Типичные устройства, которые приводят к обработкам уменьшенных характеристик видимости, включают, но не ограничиваются следующими категориями:

Есть два вида *проводящих наполнителей*: проводящие волокна, которые похожи на очень легкие контакты длиной от 2 до 6 мм, изготовленные из углерода, металлов, или стеклянные волокна, покрытые проводящим материалом; и проводящий материал, покрытый частицами, которые могут быть похожими на цветной песок.

Пенопласт с ячейками малых размеров, как открытыми, так и закрытыми, красится, или наполняется, поглощающими чернилами и красками. Эти пенопласты напоминают гибкие листы пенорезины или фильтры кондиционирования воздуха. Они могут состоять из одного слоя или заметно из многих слоев, с линиями клея, отделяющими пласт. Плоскость основы, если используется, может состоять из металлической краски, металлического листа (алюминиевая фольга или металлизированная тонкая пластмасса) или необнаруживаемых распыляемых чернил. Некоторые производители могут отмечать переднюю часть этой пены надписью "front" или серийными номерами, если плоскость основы не очевидна. Пенопласты могут содержать многокомпонентное волокно, чтобы сделать их более твердыми или даже структурными. Четыре такие пенопласта показаны на рис. 2.

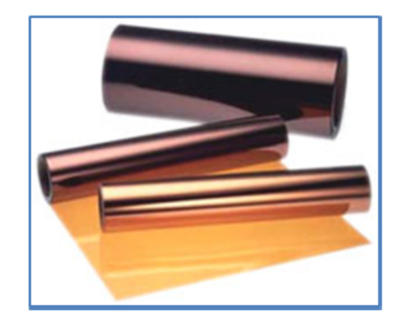





Рис. 2: Четыре пены радиопоглощающего материала, по часовой стрелке от верхнего левого: пена с низкой диэлектрической проницаемостью (эпоксидная смола); пена с малыми потерями (уретан); легкая разбрызгивающаяся пена (уретан) и термопластичная пена (полиэфиримид). («Руководство к приложению РКРТ по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005))

Резистивные карты (R-карты) состоят из листа чистоцеллюлозной бумаги или очень тонкой пластмассы (см. рис. 3), покрытой непрерывным слоем проводящих чернил, краски или чрезвычайно тонкой металлической пленкой. Поверхностное электрическое удельное сопротивление покрытия может быть постоянным или может изменяться непрерывно в одном или двух направлениях. Варианты цветов проводящих чернил, вероятно, будут изменяться от темно-

серого к черному. Варианты с металлическим покрытием могут изменяться в цвете в зависимости от определенных используемых металлов и их толщины, но обычно используются черные, желтые, зеленые и золотые оттенки.



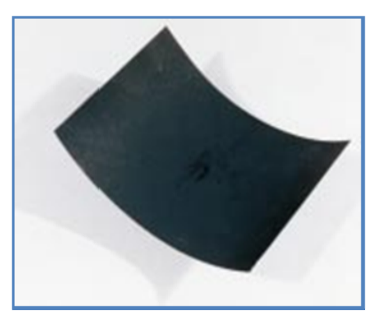


Рис. 3: Каптоновая полиамидная пленка (*слева)* часто используется в изготовлении резистивных карт, таких как указано справа. (Изображение каптоновой пленки: PSG Ltd)

Наполненные керамические плитки наносятся распылителем, а керамические покрытия обильно наносятся с помощью электропроводящих наполнителей или ферромагнитных частиц. Они, вероятно, охватывают диапазон цветов от темно-серого до черного. В зависимости от определенного наполнителя и используемого состава для поверхностного уплотнения их поверхностная структура может изменятся от гладкой до жесткой. Толщина нанесенных с помощью распылителя покрытий может колебаться от нескольких миллиметров до десятков сантиметров.



Рис. 4: Поглощающий сотовый заполнитель имеет множество применений в оборонной сфере и космосе, включая технологию "стелс". (Supracor)

Поглощающий сотовый заполнитель является легкой составной структурой с открытыми ячейками обычно от 3 до 12 мм в диаметре и с максимальной толщиной от 25 до 150 мм. Он обрабатывается частично проводящими чернилами, красками или волокнами. Сотовый заполнитель можно отправлять без наполнения, в этом случае он должен не отличаться от материалов, используемых исключительно в структурных целях. Проводящие чернила и краски для последующей заправки, вероятно, предоставляются полностью другим источником по сравнению непосредственно с заполнителем. Поглощающий сотовый заполнитель показан на рис. 4.

Внешний вид (комплектный): *Длина поглощающих волокон* колеблется от 2 до 6 мм, а упаковывают их обычно в полиэтиленовые пакеты, пузырьки или фляги. Их вес зависит от используемых материалов. Волокна, отправленные перед разрезывающем к их функциональной длине, могут быть в форме обычных шпулек текстильных волокон или в связках длиной от 1 до 2 м и диаметром от 2 до 10 см.

Пенопласты обычно поступают в листах размером не более 1 м x 1 м, с толщиной в пределах от 6 до 200 мм и весом менее 40 г за квадратный метр. Они упаковываются в картонные коробки.

R-карты упаковываются в конверт или коробку с неабразивным бумажным листом между каждой картой. Большие количества могут отправляться в рулонах длиной от 0,2 до 1 м и диаметром 15 см, внутри высушенных труб или в картонных коробках.

Наполненные керамические плиты обычно обернуты в воздушно-пузырчатую пленку и упакованы в картонные коробки.

Поглощающий сотовый заполнитель отправляется в картонных коробках.

17.B. Испытательное и производственное оборудование

17.B.1. Системы, специально разработанные для измерения эффективной поверхности рассеяния, используемые для систем, указанных в позициях 1.A,19.A.1 или 19.A.2, или подсистем, указанных в позиции 2.A.

- •Франция
- •Израиль
- •Российская Федерация
- •Швеция
- •Соединенные Штаты
- •Германия
- •Япония
- •Южная Корея
- •Соединенное Королевство

Глобальное производство



Характер и назначение: Оборудование для измерения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) разработано для оценки, приспособления и уменьшения ЭПР ракетных систем, чтобы сократить обнаружительную способность радиолокаторами системы ПВО. Оборудование для измерения эффективной поверхности рассеяния может использоваться во внутренних или внешних диапазонах. Многие диапазоны используются в военных и в коммерческих целях. Оборудование для измерения ЭПР может использоваться для оценки материальных образцов, компонентов ракеты, масштабных моделей ракет и фактических систем ракеты или БЛА.

Метод эксплуатации: Исследуемый объект, часто называемый целью, помещается или удерживается в испытательной области, где есть несколько объектов или объекты отсутствуют, чтобы минимизировать источники постороннего рассеивания излучения РЛС. Цель тогда неоднократно излучается радаром над выбранным диапазоном частот РЛС выбранной амплитуды, и измеряются отраженные сигналы. Полученные данные оцениваются, и определяется радиолокационная отражательная способность цели как функция частоты и угол обзора.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Это оборудование необходимо для определения, приспособления и уменьшения радиолокационной видимости ракеты, БЛА или "полезной нагрузки". Эти системы измерения также оценивают смоделированную компьютером работу и определяют, уменьшились ли желаемые характеристики заметности ракет. Определенное оборудование ЭПР используется для характеристики радиопоглощающих материалов.

Использование в других областях: Системы измерения ЭПР могут использоваться для определения радиолокационной видимости любого воздушного, морского или наземного военного транспортного средства. Измерения предоставляют информацию, которая помогает в приспособлении или сокращении ЭПР. Внутренние диапазоны измерения ЭПР могут быть приспособлены, чтобы измерить образцы работы антенны для различных коммерческих применений, таких как сотовые телефоны, автомобильные и спутниковые антенны.

Внешний вид (заводской): Основные элементы внутреннего испытательного диапазона ЭПР (пример показан на рисунке 5) являются исходным радиолокационным оборудованием, двойными отражателями, устройствами, поддерживающими цель, и двунаправленными арками.

Исходное радиолокационное оборудование: Радиочастотное оборудование - это смонтированная на стойке коллекция электронного оборудования, которое в собранном виде занимает место картотечного

блока и используется во всех типах систем измерения ЭПР. Преобразователь вверх/вниз с рупорными облучателями обеспечивает радиолокационное излучение. Чтобы обеспечить широкий диапазон частот, конические рупорные облучатели колеблются в диаметре от 1 до 100 см во внутренней ширине. Длина рупорного облучателя в общем в два с половиной раза больше, чем внутренняя ширина. Они облицованы металлом и имеют возможности для присоединения коаксиального кабеля или волноводов на задней части. В системах измерения ЭПР радиолокационные источники питания могут быть заменены радиолокационным источником из коммерческой радиолокационной системы (например, морская радиолокационная станция). Анализаторы сети могут измерить поглощение и отражение, а также обычно используются в коммерческих целях, чтобы разработать антенны и материалы, защищающие от электромагнитных помех. Прокладка РЧ кабеля - это прокладка коаксиального кабеля с малыми затратами, которая необходима для соединения компонентов. Эти кабели бывают разной длины и имеют наружную поверхность с металлической сеткой, но обычно их диаметр составляет от 1 до 2 см.

Двусторонние отражатели: Системы измерения Кассегрена используют две больших пластины или посудины различных измерений, такие как отражатели; они могут быть круглыми, эллиптическими или прямоугольными. Пластины могут иметь калибровочные знаки на нескольких частях поверхностей и могут быть окрашены. Отражатели могут собираться из частей и могут иметь закругленные или зазубренные края. Для измерения ЭПР типичной крылатой ракеты, толщина этих двух отражателей составляет 2-5 см, а длина их главных осей составляет 4-5 м. Эти отражатели создают “активную точку” измерения диаметром 2 м. Этот тип системы почти неизменно используется для внутренних измерений. Следует отметить, что система измерения может быть разработана с помощью единственного отражателя.

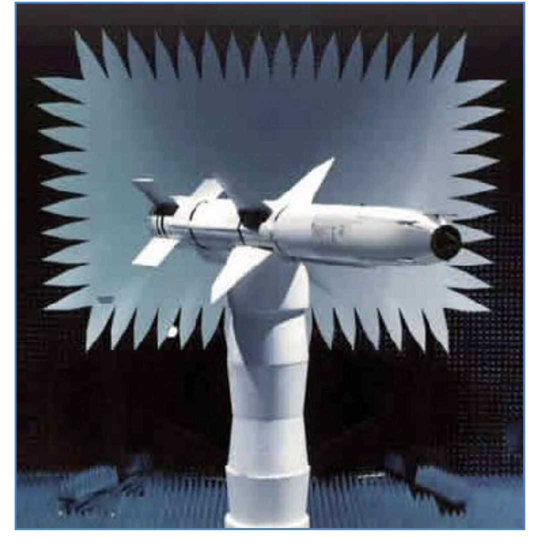


Рис. 5: Ракета-мишень в сжатом диапазоне измерения ЭПР в заглушенной камере с разнесенными антеннами (ВАС). (Военно-морской флот США)

Устройства, поддерживающие цель: Эти устройства держат цель поодаль от пола или основания и в пределах радиолокационного облучения; они должны быть столь незаметными для радара, насколько это возможно. Стирофамные колонки, металлические лезвия, покрытые радиопоглощающим материалом (РПМ), и резиновые ленты из воздушного крепления являются общепринятыми способами поддержки и удержания целей, которые необходимо измерить. Стирофамные колонки могут колебаться от 2 м в высоте и 0,5 м в диаметре до 5 м в высоте и 2 м в диаметре. Их горизонтальное поперечное сечение может быть круглым (с или без уменьшения толщины), квадратным, треугольным или ромбовидным. Металлические лезвия или опоры могут колебаться от 2 до 40 м в длине и быть 5 см х 30 см сверху; короткие опоры составляют 50 см х 90 см в основании, а основание высоких опор составляет 2 м х 8 м. Как стирофамные колонки, так и опоры могут быть установлены на механизме, который наклоняет их вперед. Вращающиеся интерфейсы могут также повернуть стирофамную колонку и цель. Наборы от трех до пяти стирофамных колонок, установленных на общем вращающемся стенде, могут использоваться для поддержки и вращения цели. У некоторых опор также есть вращающийся интерфейс с целью наверху.

Двунаправленные арки: Другой подход к измерению ЭПР ракет - использование двунаправленной арки, которая может изготовляться из фанеры, стекловолокна или металла. Система электропривода используется для перемещения рупорных облучателей вдоль арки. При прокладке кабеля арка присоединяется к управляемому компьютеру (обычно ПК с клавиатурой и монитором) и средствам управления подачей. Исследуемый предмет помещается в центр арки поверхностью перпендикулярно к плоскости, определенной аркой. Сторона предметов обычно составляет от 0,3 до 1,0 м. Опорная точка при калибровке - ровная, гладкая металлическая пластина такого же размера, как и исследуемый предмет.

Внешний вид (заводской): Системы измерения ЭПР туннеля передачи/отражения похожи на большую систему вентиляционных каналов из листового металла. У них есть два соответствующих металлических рупорных облучателя с коаксиальным кабелем или волноводами, приводящими к радиолокационному источнику и измерительной электронике детектора. Они управляются компьютером, который похож на любой ПК с клавиатурой и монитором. Радиопоглощающая пена (обычно синего или черного цвета, с зубчатой поверхностью) может вставляться в систему каналов. Внутренние системы прямого облучения и внешние системы изменяющегося диапазона используют параболические радиолокационные отражатели обычной формы, с размером, колеблющемся в диапазоне от нескольких сантиметров до 10 м в диаметре.

Внешний вид (комплектный): Радары действия радиолокаторов редко отправляются как одна часть; скорее они собираются на месте из многих компонентов. Нет никаких уникальных требований к упаковке этого оборудования, кроме требований стандарта промышленности для электроники, установленной на стойке, и коммерческих компонентов компьютера. Некоторые компоненты (такие как отражатели Кассегрена) могут быть довольно большими и для них необходимы специальные корзины. Стирофамные держатели цели являются тонкими и должны быть упакованы, чтобы предотвратить образование вмятин.

17.C. Материалы

17.C.1. Материалы для уменьшения характеристик заметности, таких, как радиолокационная отражательная способность, видимость (различимость) в диапазоне ультрафиолетовых и инфракрасных волн, акустическая заметность (так называемая технология «стелс»), для использования в системах, указанных в позиции 1.A или 19.A, или подсистемах, указанных в позиции 2.A.

Примечание:
1. В позицию 17.C.1 включены конструкционные материалы и покрытия (в том числе лакокрасочные), специально разработанные для снижения или обеспечения заданной отражательной или излучательной способности в микроволновом, инфракрасном или ультрафиолетовом спектре.
2. По позиции 17.C.1 не контролируются покрытия (включая лакокрасочные), которые специально используются для терморегулирования ИСЗ.

Характер и назначение: Потребность защитить баллистические ракеты и БЛА от обнаружения и разрушения привела к разработке технологий для уменьшения характеристик их заметности с помощью использования тщательно разработанных специальных материалов для поглощения радиолокационной энергии или защиты, либо маскировки летательного аппарата от радиолокационной энергии или других систем обнаружения, которые могут использоваться. Цель в том, чтобы усложнить обнаружение БЛА.

Метод эксплуатации: Излучения также сводятся к минимуму другими способами, такими как экранирование, маскировка, направление и затухание. На излучения и отраженные сигналы можно влиять с помощью тщательно отобранных материалов, которые применяются в корпусе летательного аппарата. Это сокращение достигается за счет формирования материала для управления излучениями, отражением, поглощением и вторыми поверхностями (добавленные изоляторы и отражатели). Эти способы или устройства скрывают или искажают истинную природу объекта от устройств обнаружения или позволяют летательному аппарату быть обнаруженным только под определенными углами и на протяжении кратких интервалов.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Технология "стелс" используется для усложнения обнаружения, отслеживания, определения и захвата баллистических ракет, БЛА (включая

крылатые ракеты), и их полезные нагрузки. Большинство проектных элементов ракеты подвергается обработке с помощью технологии "стелс", включая ее основную форму, структурные компоненты, поверхности и передние края, а также ее входные части и отверстия.

Использование в других областях: Большинство материалов, используемых для контроля за видимостью, были первоначально разработаны для военной авиации и установлены как на системах винтокрылого типа, так и на системах с неподвижным крылом. Измененные версии материалов и способов обработки находятся на некоторых судах, подводных лодках и наземных транспортных средствах. Технология материалов для контроля за излучением также используется для контроля за температурой в спутниках. Существует коммерческое использование за низкую цену, материалы с низкими эксплуатационными характеристиками для уменьшения электромагнитных помех и интенсивности солнечного излучения.

Внешний вид (заводской): Типичные материалы для обработки уменьшенных характеристик видимости включают, но не ограничиваются следующими категориями:

Спреи включают проводящие чернила или краски, обычно содержащие серебро, медь, цинк, бронзу или золото в качестве основного компонента. Они бывают в черном, металлическом сером, медном, бронзовом или золотистом цветах.

Магнитный радиопоглощающий материал (обычно известный как магнитный РПМ) в применении к летательным аппаратам может появляться в таких формах, как поверхностные покрытия, формованные края или РЛС для перекрытия мертвых зон. Он состоит из очень мелких ферромагнитных или ферритовых частиц, подвешенных на разных пластмассовых крепителях из смолы каучука, смолы для лаков, пластиковой резины. Он может применяться как спреи, листки, формованные или обработанные детали либо замазки. Из-за общих цветов типичных крепит елей и ферромагнитных частиц естественные цвета магнитного РПМ охватывают диапазон от светло-серого или коричневого до почти черного (см. рисунок 6); однако с дополнительными пигментами, добавленными по другим причинам (например, визуальный камуфляж или изготовление/обслуживание-кодирование приспособлений), возможен почти любой цвет. Тонкие пленки пластмассового или бумажного материала могут покрыть одну или обе стороны листов для опознавательного кодирования или поддержания чистоты поверхности предварительного применения. Толщина листа может колебаться от величины меньше миллиметра до нескольких сантиметров. Плотность материала, вероятно, колеблется от 50 % до 75 % твердого железа.

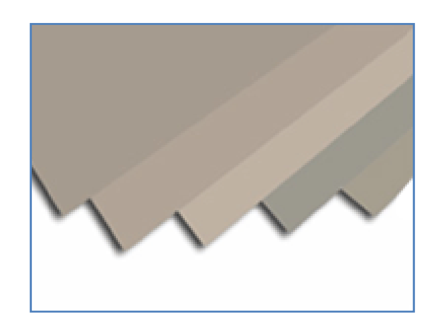


Рис. 6: Спроектированная по заказу эпоксидная смола из магнитного РПМ. (MSM Industries)

Прозрачный радиопоглощающий материал (П-РПМ) похож на листовой поликарбонат. Он обычно прозрачный на от 75 % до 85 % в видимом спектре. Поглощающие материалы могут варьироваться от волокон или областей, распространенных по всему материалу, до тонких покрытий, которые похожи на желтое/зеленое металлическое тонирование стекол.

Инфракрасные (ИК) обработки обычно состоят из красок и покрытий. Часто эти покрытия настраиваются, чтобы приспособить отражение и/или радиацию ИК энергии. Из-за широкого спектра (длина волн от 0,8 до 14,0 микронов) ИК энергии и разнообразия применений ИК покрытия могут быть рефлексивными (низкое излучение) или разработанными для поглощения (высокая излучаемость). Покрытия, используемые для ИК обработки, включают специально разработанные военные краски в цветах камуфляжа или коммерческие краски, разработанные для отражения солнечного тепла. Некоторые из этих продуктов содержат заметное количество металла в краске/закрепителе из-за используемых ИК пигментов. Другие разрабатываются, чтобы иметь высокое излучение, и как такие содержат пигменты, которые поглощают ИК. Эти покрытия с высокой излучательной способностью содержат основанные на углероде или другие, основанные на частицах, пигменты с высокой излучательной способностью (обычно почти черного цвета). В любом случае эти ИК пигменты иногда

отправляются отдельно от краски/закрепителя.

Внешний вид (комплектный): Распылители краски и чернила обычно отгружаются в емкостях стандартного размера. Емкости могут размещаться в коробках, содержащих десиканты или пигменты, а закрепители могут отправляться отдельно. Пигменты отправляются во флягах, полиэтиленовых пакетах или пластиковых емкостях, а связывающие вещества отправляются в емкостях или бочках. Большинство из них - очень ядовитые или едкие материалы до применения и выдержки.

Магнитный РПМ может отправляться в листах, необработанных жидких растворах и обработанных деталях или в форме сырья (частицы, связывающие вещества и активатор полимеризации, все отправляются отдельно).Частицы наиболее вероятно будут отправляться в очень мелком порошке или волокне короткой формы, но могут также погружаться в гидрофобную жидкость, чтобы предотвратить коррозию. Он может отправляться в листах длиной и шириной до нескольких метров. Толщина листа может колебаться от величины меньше миллиметра до десятков сантиметров. Он может отправляться на глубине нескольких слоев на плоских поддонах или как прокатное листовое железо в гильзе. Если отправляется как сформированные части, он может находится в прямоугольных картонных или деревянных коробках большого размера 0,1 . x 0,1 м x 2,0 м или маленького размера 20 см x 20 см x 20 см.

П-РПМ упаковывается как листовой поликарбонат или как часть навеса или окна. У него может быть клейкая защитная бумага, применяемая к внешней стороне. При отправке в меньших частях он будет помещен в коробки.

ИК термоиндикаторные краски и покрытия обычно упаковываются в емкости, как любой лакокрасочный продукт. ИК пигменты краски могут упаковываться в емкостях, пузырьках или полиэтиленовых пакетах.

17.D. Программное обеспечение

17.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное в целях уменьшения характеристик заметности, таких, как радиолокационная отражательная способность, видимость (различимость) в диапазоне ультрафиолетовых/инфракрасных волн, акустическая заметность (так называемая технология «стелс»), для применения в системах, указанных в позиции 1.А или 19.А, или подсистемах, указанных в позиции 2.А.

Примечание:
В позицию 17.D.1 «программное обеспечение», специально разработанное для анализа уменьшения характеристик заметности.

Характер и назначение: Разработка и производство материалов для и систем с уменьшением характеристик заметности обычно требует программного обеспечения и баз данных для анализа этих материалов и систем. Контролируются программное обеспечение и базы данных, специально разработанные для анализа уменьшения характеристик заметности. Эти базы данных и программное обеспечение будут включать данные или функции, существенные для анализа способности сокращения характеристик заметности систем и материалов.

Метод эксплуатации: Поскольку излучения и отображения могут принимать много форм, таких как акустическая, радиочастота или инфракрасная энергия, программное обеспечение и/или базы данных, содержащие информацию или методологии, специально разработанные для анализа излучений и коэффициента отражения (характеристик заметности), используются, чтобы оценить материалы на их свойства уменьшения характеристик заметности. Точно так же программное обеспечение и базы данных могут использоваться для анализа систем, чтобы определить эффективность уже включенных

материалов и устройств, а также определить, какие области нуждаются в усовершенствовании.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: Эти элементы используются для анализа форм и материалов авиационной конструкции для баллистической ракеты и БЛА, включая крылатые ракеты, применения, чтобы выбрать обработки, сокращающие характеристики заметности, или идентифицировать горячие точки (потенциальные области для усовершенствования). Точно так же эти элементы могут использоваться, чтобы оценить характеристики видимости систем, количественно определить работу проектов и материальных выборов в системах и оценить области для усовершенствования.

Использование в других областях: Подобные элементы могут использоваться для анализа сокращения характеристик заметности на многих военных объектах, включая наземные транспортные средства, укомплектованный самолет и суда, а также анализ эффективности систем управления энергией для спутников и домов. Кроме того, пассивные и активные детекторы, используемые для систем охранной сигнализации, также могут требовать анализа, используя подобные технологии.

Внешний вид (заводской): Программное обеспечение для средств проектирования уменьшения характеристик заметности может упаковываться на гибких дисках, лентах и компакт-дисках. Альтернативно компьютерная сеть может использоваться для распределения программного обеспечения и его документации с помощью электроники.

Внешний вид (комплектный): Программное обеспечение на гибких дисках, лентах и компакт-дисках будет упаковано в любом из широкого ассортимента пакетов, мешочков, упаковок или коробок. Программное обеспечение может также упаковываться с соответствующим аппаратным обеспечением.

Дополнительная информация: У каждого спектра есть свое собственное определенное программное обеспечение верстки. Большинство стран и военных подрядчиков разработали машинные коды для одно-, дву- или трехмерной оптимизация анализа и проектирования. В радиочастоте (РЧ)/радиолокационном спектре любой код, который может смоделировать антенны или обтекатели антенн радиолокационной станции, может быть изменен и использоваться как инструмент эффективной отражающей поверхности. Как эмпирическое правило, любое кодовое название программного обеспечения, которое включает буквы СИГНАЛ, ИК или ЭПР, должно расцениваться как подозреваемый код ЭПР. Абсолютные коды, которые работают на персональных компьютерах, могут предоставить хорошее фундаментальное руководство по проекту. Когда используются экзотические материалы и сложные формы, требуются сверхмощные компьютеры и специально разработанные коды.

Основные элементы проектных кодов ЭПР вовлекают способность определить профиль поверхности летательного аппарата в адекватных пределах (самое маленькое значение 1/20 длины волны самой высокой интересующей частоты); способность представить очень маленькие элементы поверхности как векторы; и способность обращаться с четырьмя реальными и сложными условиями, связанными с магнитной и диэлектрической проницаемостью. Эти элементы указывают на ценность универсальных кодов и машин, способных к быстрому инвертированию и управлению очень большими матрицами чисел.

- Франция
- Германия
- Израиль
- Италия
- Япония
- Российская Федерация
- Южная Корея
- Швеция
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



ИК термокоды менее доступны или готовы, но есть доступные коммерческие коды, которые можно использовать или изменять для военных применений. Эти коды включают те коды, которые используются для теплового контроля качества. Как в ИК, код, способный к векторному представлению размера и ориентации поверхностных элементов, является основной отправной точкой. Коды, оценивающие атмосферную передачу ИК

радиации в различных высотах, сезонах и типах газообразной окружающей среды, используются в процессе проектирования. Коды для определения теплопередачи в самолете являются существенными. Обычно используются коды для определения температуры шлейфа от объема продуктов сгорания, проходящих через выхлопную трубу и расширяющихся и рассеивающихся в атмосфере. (Это моделирование шлейфа часто вовлекает коды двигателя, но идет вне их использования для определения работы двигательных установок.) Коды, которые используют материальное излучение и двунаправленные коэффициенты отражения материалов как входы, могут указать на свое потенциальное использование в проекте контроля за видимостью ИК.

17.E. Технология

17.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, материалов или «программного обеспечения», указанных в позициях 17.A, 17.B, 17.C или 17.D.

Примечание:
В позицию 17.E.1 базы данных, специально составленные для анализа уменьшения характеристик заметности.

Характер и назначение: Технология «стелс» - это относительно новая и малораспространенная научная разработка. Технология, как указывается в этом разделе, является условием существенной помощи или содействия стране, занятой разработкой средств уменьшения характеристик заметности БЛА и, возможно, баллистических ракет. Как указывается в этом разделе, передача специальных покрытий, таких как П-РПМ, магнитный РПМ, проводящих волокон или других малозаметных материалов, очевидно были бы основными передачами, как была бы передача технологии для производства таких материалов. Предоставление стране технологии производства испытательного оборудования ЭПР или информации, необходимой для создания испытательного диапазона ЭПР, было бы передачей контролируемой технической информации.

Метод эксплуатации: Техническая помощь доступна во многих формах. Техническая помощь может состоять из инструкции, предоставленной человеком, специализирующемся в одном или более контролируемых предметах, таких как малозаметная технология, который действует как тренер в классной комнате на участке производства или около него. Страна может получить техническую помощь от одной или более консультационных служб, которые специализируются на определенном навыке производства. Страна может также получить техническую помощь с приобретением технического оборудования, машин или материала, либо во время определения компаний и материалов, которые необходимо приобрести. Наконец, страна может получить техническую помощь, отправив студентов в другие страны, обладающие технологией, для прохождения обучения и практики навыков, необходимых для построения нужных систем.

Стандартные способы использования, касающиеся ракет: С ограниченными исключениями техническая помощь, необходимая для построения оборудования для материального производства с помощью технологии «стелс» и испытания мощности, используется только в тех целях.

Другое использование Нет данных

Внешний вид (заводской): Нет данных

Внешний вид (комплектный): Нет данных

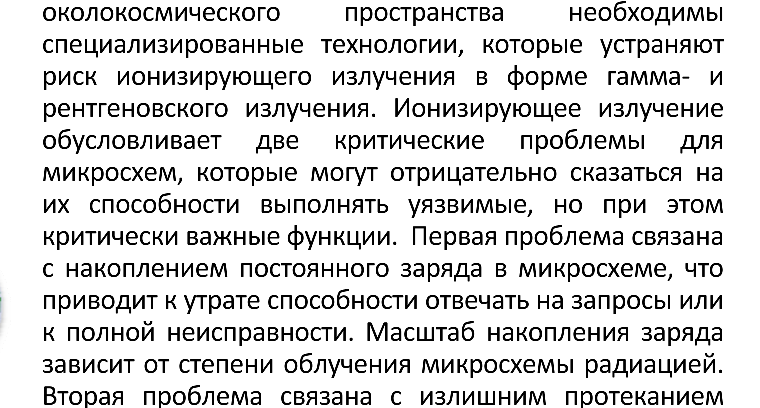
Категория II – Раздел 18

Защита от поражающих факторов ядерного оружия

Категория II – Раздел 18: Защита от поражающих факторов ядерного оружия

18.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

18.A.1. «Радиационно-стойкие» «микросхемы», применяемые в системах защиты ракет и атмосферных беспилотных летательных аппаратов от поражающих факторов ядерного оружия (например электромагнитного импульса (ЭМИ), рентгеновского излучения, совместного ударного и теплового воздействия) и используемые для систем, указанных в позиции 1.A.



Характер и назначение: Для космического и околокосмического пространства необходимы специализированные технологии, которые устраняют риск ионизирующего излучения в форме гамма- и рентгеновского излучения. Ионизирующее излучение обусловливает две критические проблемы для микросхем, которые могут отрицательно сказаться на их способности выполнять уязвимые, но при этом критически важные функции. Первая проблема связана с накоплением постоянного заряда в микросхеме, что приводит к утрате способности отвечать на запросы или к полной неисправности. Масштаб накопления заряда зависит от степени облучения микросхемы радиацией. Вторая проблема связана с излишним протеканием электрического тока по микросхеме, что выводит ее из строя или полностью уничтожает. Этот эффект зависит от скорости попадания радиации в микросхему (мощность дозы излучения). Один из способов защиты микросхем от подобных эффектов — сделать их внутренне стойкими к общей мощности дозы ионизирующего излучения с помощью процесса, известного как «укрепление с целью обеспечения радиационной стойкости».

Метод эксплуатации: Стойкие к излучению микросхемы подобны по своему принципу работу и внешнему виду обычным микросхемам, однако они изготовлены из материалов и с помощью процессов и методов, которые позволяют им сопротивляться накоплению излишнего электрического заряда и улучшать производительность в условиях интенсивного воздействия излучения. Усиленные с помощью оксидной изоляции слои, повышенная беспримесность материалов, низкая пористость и в некоторых случаях полирование изолирующих слоев используются для снижения вероятности накопления заряда в микросхеме.

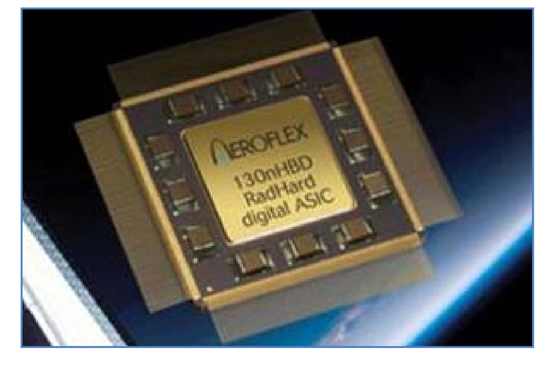


Рис. 1: Стойкие к излучению интегральные схемы прикладной ориентации, созданные для долгосрочного применения в условиях воздействия интенсивного излучения. (Aeroflex)

Применение этих методов значительно увеличивает стоимость микросхем, стойких к излучению, а также способствует снижению показателя цифровых операций.

Типичные способы использования в ракетных технологиях: Стойкие к излучению микросхемы используются в баллистических ракетах, которые предназначены для применения в радиационной обстановке. Защита беспилотных летательных аппаратов (БЛА) от ионизирующего излучения в основном не требуется, потому что они обычно более уязвимы для избыточного давления, возникающего в результате взрыва, которое поражает их на большем, чем радиация, расстоянии от ядерного взрыва.

Другие способы использования: Стойкие к излучению устройства применяются в космических аппаратах для выполнения длительных заданий, включая военные, телекоммуникационные, научные и метеорологические спутники, космические станции и зондирующие ракеты для исследования планет. Стойкие к излучению микросхемы также применяются в средах с высоким уровнем излучения, например в защите ядерного реактора; в системах измерительных приборов, системах органов управления, робототехнических системах; а также в системах приборов измерения, индикаторов, органов управления и безопасности физических ускорителей частиц высокой энергии.

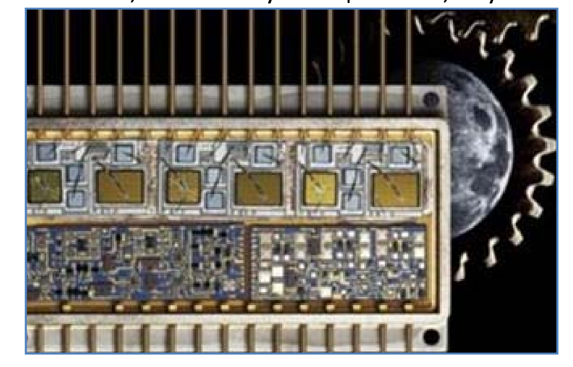


Рис. 2: Стойкий к излучению привод электродвигателя, разработанный для военного и авиакосмического применения в условиях интенсивного излучения. (Aeroflex)

Внешний вид (заводской): Стойкие к излучению устройства с электронными компонентами и их узлы обычно устанавливаются в герметичных керамических и металлических корпусах, при этом распространена установка внешних устройств с высокой плотностью. Они похожи на коммерческие устройства, но номера их деталей могут указывать на то, что они имеют стойкость к излучению.

Внешний вид (комплектный): Электронные узлы и компоненты обычно поставляются в пластиковых пакетах, на которых указано, что в них находится устройство, чувствительное к статическому электричеству. Они обернуты в пенорезину или пузырчатый упаковочный материал для обеспечения защиты от ударов и упакованы в картонные коробки.

18.A.2. «Датчики», особенно разработанные или модифицированные для защиты систем ракет и беспилотных воздушных транспортных средств против поражающих факторов ЯО (например, электромагнитный импульс (ЭМИ), рентгеновское излучение, объединенные термические эффекты и воздействие ударной волны), и годные к применению в системах, указанных в положении 1. А.

Техническое примечание:
Детектор определяется, как механическое, электрическое, оптическое или химическое устройство, которое автоматически идентифицирует и записывает или регистрирует изменение давления или температуры окружающей среды, электрический или электромагнитный сигнал или радиоактивное излучение. К таким детекторам относятся и устройства одноразового использования.

Характер и назначение: Как отмечено выше, предназначение одного из механизмов защиты микросхем в жесткой обстановке интенсивного ядерного излучения — сделать микросхемы стойкими к общей дозе ионизирующего излучения. Другой метод — использовать индикаторы излучения,

способные определять дозы излучения в такой обстановке, распознавать и отмечать изменения во внешней среде после ядерных событий. Впоследствии эти индикаторы отключают питание микросхем или активируют устройства защиты в подобных условиях.

Метод эксплуатации: Индикаторы излучения — относительно простые устройства, которые способны определять увеличение показателей электрического тока, вызванное излучением. Если уровень радиации достигает либо превосходит критический порог, индикаторы подают сигнал управления на схему защиты. Механизм защиты отводит электрический ток от уязвимых устройств либо отключает аппаратуру во избежание ее перегорания. Индикаторы обычно проходят тестовый ввод, который позволяет активировать их во время установки или работ по техническому обслуживанию, что дает возможность удостовериться в их работоспособности. Они должны выдерживать воздействие эффектов излучения (например, должны быть пригодны для повторного использования), а также быть способными подавать защитные команды до возникновения повреждений в микросхемах.

Типичные способы использования в ракетных технологиях: Как и в случае стойких к излучению микросхем, индикаторы излучения используются в космических ракетах-носителях и баллистических ракетах, которые применяются в пространствах и подпространствах с высоким уровнем излучения. Защита беспилотных летательных аппаратов (БЛА) от ионизирующего излучения в основном не требуется, потому что они, как правило, более уязвимы для избыточного давления, возникающего в результате взрыва, которое поражает их на большем, чем излучение, расстоянии от ядерного взрыва.

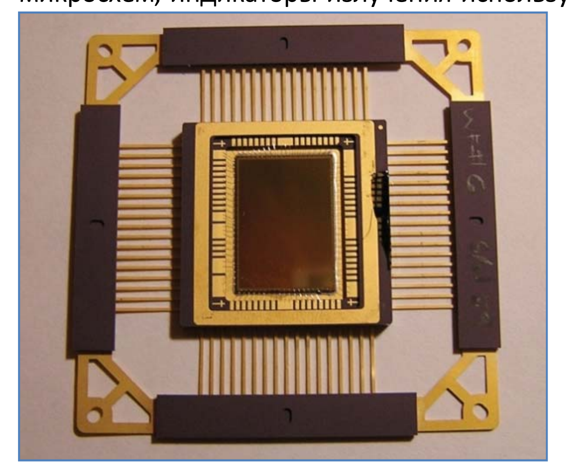


Рис. 3: Стойкий к излучению индикатор. (ВВС США)

Другие способы использования: Индикаторы излучения, так же как и стойкие к излучению микросхемы, применяются для решения задач, которые требуют от них высокой надежности, и в обстановке высокого уровня излучения. Например, для выполнения длительных боевых, телекоммуникационных и научных задач. Они также являются критически важными электронными компонентами для метеорологических спутников, космических станций и зондирующих ракет для исследования планет. Индикаторы также используются в защите ядерных реакторов; системах измерительных приборов, системах органов управления и робототехнических системах.

Внешний вид (заводской): Схемы индикаторов излучения могут занимать около 12 квадратных сантиметров на панели микросхемы. В качестве альтернативы индикатор может представлять собой одну микросхему с внешними компонентами выбора, как показано на иллюстрации 3.

Внешний вид (комплектный): Электронные узлы и компоненты обычно поставляются в пластиковых пакетах, на которых указано, что в них находится устройство, чувствительное к статическому электричеству. Они обернуты в пенорезину или пузырчатый упаковочный материал для обеспечения защиты от ударов и упакованы в картонные коробки.

18.A.3. Обтекатели, способные противостоять комбинированному термическому удару свыше 4,184 × 106 Дж/м2 в сочетании с максимальным избыточным давлением более 50 кПа, применяемые в системах защиты ракет и атмосферных беспилотных летательных аппаратов от поражающих факторов ядерного оружия (например электромагнитного импульса (ЭМИ), рентгеновского излучения, совместного ударного и теплового воздействия) и используемые для систем, указанных в позиции 1.A.

Характер и назначение: Обтекатели — это неметаллические структуры, защищающие антенны от условий внешней среды, которые дают возможность передавать радиочастотные сигналы с минимальными потерями и искажением. Их, как правило, изготавливают из изоляционного

материала, например керамики или фенольного кремния. Критерии, описанные в ограничениях раздела 18.A.3., относятся к обтекателям, которые должны быть способны переносить очень высокие температуры и давление.

Метод эксплуатации: Материалы, из которых изготавливаются обтекатели, выбраны по причине своей прочности и прозрачности сигнала в необходимом диапазоне частот при нахождении в предполагаемом интервале температур. Как правило, они имеют форму, которая позволяет улучшать аэродинамические качества летательных аппаратов и предотвращать искажения сигнала из-за эффектов призмы или линзы. Правильно разработанные обтекатели позволяют закрытой антенне передавать и получать сигналы через обтекатель с минимальной степенью искажения.



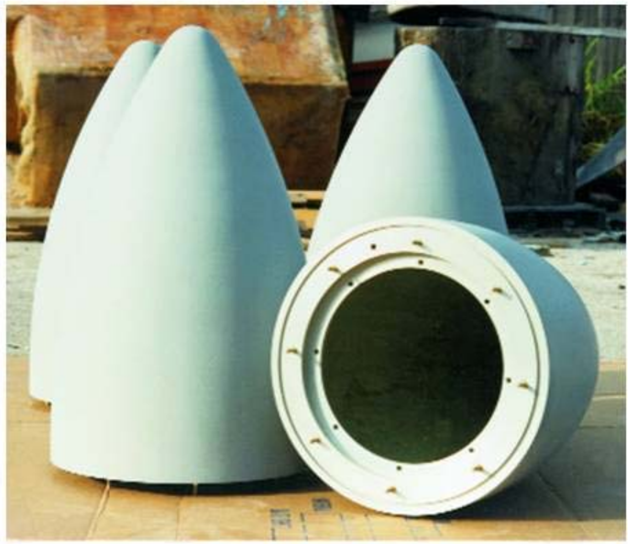


Рис. 4: ***Слева*: аэродинамические обтекатели (Northrop Grumman). *Справа*: обтекатели, подобные тем, что могут быть использованы для защиты самонаведения возвращаемых аппаратов при возвращении. (American Technology & Research Industries)**

- Российская Федерация
- Соединенные Штаты
- Соединенное Королевство

Глобальное производство



Типичные способы использования в ракетных технологиях: Ядерные среды, описанные в разделе 18, ограничивают возможность применения этих обтекателей только в некоторых крылатых ракетах и возвращаемых аппаратах, которые переносятся ракетами короткого и среднего радиуса действия. Один из способов применения таких обтекателей — защита систем самонаведения, установленных в носовой части возвращаемых аппаратов, так как предназначение этих систем — наведение возвращаемых аппаратов на цель. Ракеты дальнего радиуса действия возвращаются в атмосферу слишком быстро, поэтому обтекатели, установленные в носовой части, не способны выдержать нагрузки. В таких возвращаемых аппаратах обтекатели (окна) могут быть установлены в задней части их корпуса. Эти обтекатели, как правило, не нужны в БЛА, так как большинство из них не переносит действия указанных поражающих факторов ядерного оружия. В любом случае, обтекатели также могут быть укреплены с целью обеспечения стойкости к излучению для защиты антенн в ракетных шахтах или командных пунктах, которые способны перенести ядерный удар.

Другие способы использования: Эти обтекатели редко применяются (если вообще применяются) в коммерческих целях.

Внешний вид (заводской): Обтекатели для защиты установленных в носовой части возвращаемых аппаратов индикаторов имеют форму конуса, как показано на иллюстрации 4. Их размер зависит от размера возвращаемых аппаратов, в которых они установлены; он может достигать от 30 см до 2 м или более (диаметр и длина). Материалы — в основном диэлектрики в твердых многослойных материалах или прослойке пены, формирующие единый, цельный обтекатель. Обтекатель с тонкими стенками и электроизоляционной пространственной рамой, толщина которых составляет 0,1 см или менее, может использоваться для защиты небольших антенн. Толщина обтекателя с электроизоляционной пространственной рамой и стенками из твердых многослойных материалов составляет, как правило, 0,25см. В обтекателях с электроизоляционной пространственной рамой с двухслойной прослойкой слой пены добавляется внутрь тонких стенок обтекателя. Толщина слоя пены выбирается, прежде всего, исходя из потребности в термоизоляции и сопротивлении нагрузкам термального удара величиной 100 кал. на $см^2$. Обтекатель со стенками с прослойкой и сердцевиной из пены — самый сложный по конструкции. Он обеспечивает прочность, необходимую для сопротивления пиковым избыточным нагрузкам величиной более 50 кПа. Стенка с прослойкой и сердцевиной из пены имеет толщину в четверть длины волны для сигнала самой высокой частоты.

Внешний вид (комплектный): Обтекатели доставляются в деревянных контейнерах, в которых установлены контурные фиксаторы для поддержания тонких стенок обтекателей. На фланцах в задней части обтекателей установлены решетки для поддержания структурной устойчивости конструкции при транспортировке. Обтекатели завернуты в полиэтиленовые пакеты. В контейнерах могут быть установлены деревянные перегородки для контурной фиксации или полиуретан, покрытый пенопластом, с целью поддержания обтекателей.

18.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

18.C. Материалы

Нет.

18.D. Программное обеспечение

Нет.

18.E. Технология

18.E.1. «Технология», в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, указанного в позиции 18.A.

Характер и назначение: «Технология» защиты от поражающих факторов ядерного оружия — это знания или данные, необходимые для повышения способности электронных систем в баллистических ракетах и БЛА выдерживать удар в ядерной обстановке, когда они следуют по направлению к цели или подвергаются воздействию излучения при хранении. Инструменты, созданные с помощью данной технологии, позволяют использовать эти системы после того, как они подверглись такому воздействию.

Метод эксплуатации: «Технология» защиты от поражающих факторов ядерного оружия доступна в нескольких формах.. «Техническая помощь» может состоять в исинтсруктаже, предоставляемом лицом или организацией, имеющими опыт в разработки стойких к излучению микросхем или индикаторов ядерного события (рентгеновского излучения, электромагнитного импульса (ЭМИ), теплового воздействия), подходящих для баллистических ракет, и действующими в качестве преподавателей в аудиториях, на территории или поблизости от производства или разработки. Страна может получать «техническую помощь» от одного или нескольких зарубежных предприятий, обладающих средствами проектирования и разработки, которые нужны для предоставления практического опыта с целью разработки и эксплуатации необходимой технологии. Страна может также получать консультации, которые заключаются в помощи при приобретении аппаратуры, оборудования и материалов, либо предоставлении рекомендаций по приобретению тех или иных компонентов. Любые руководства и материалы, полученные во время обучения, могут быть определены как «технические данные».

Типичные способы использования в ракетных технологиях: «Технология», описанная в этом разделе, применяется для защиты электронных компонентов баллистических ракет от поражающих факторов ядерного оружия.

Другие способы использования: «Технология» защиты от поражающих факторов ядерного оружия используется в других сферах промышленности, которые специализируются на разработке и производстве стойкой к излучению аппаратуры. Развитые страны внедрили стойкие к излучению технологии в системы военной связи своих вооруженных сил.

Внешний вид (заводской): Нет данных.

Внешний вид (комплектный): Нет данных.

Категория II – Раздел 19

Прочие законченные средства доставки

Категория II – Раздел 19: Прочие законченные средства доставки

19.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

19.A.1. Законченные ракетные системы (включая баллистические ракеты, ракеты-носители и исследовательские ракеты), не указанные в позиции 1.A.1, с максимальной «дальностью» 300 км и более.

Характер и назначение: Законченные ракетные системы, описанные в позиции 19.A.1., во многих отношениях похожи на системы, описанные в позиции 1.A.1.; однако, отсутствие требования нести полезную нагрузку величиной 500 кг или свыше означает, что эти системы меньше по размеру, чем системы, описанные в позиции 1.A.1.

- Австралия
- Бразилия
- Болгария
- Китай
- Чехия
- Египет
- Франция
- Германия
- Индия
- Иран
- Израиль
- Италия
- Япония
- Ливия
- Северная Корея
- Пакистан
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Южная Африка
- Корея
- Испания
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство

При оценке систем, описанных в этой позиции, необходимо учитывать способность изменять дальность в зависимости от веса полезной нагрузки. Эта свойство системы может значительно отличаться от технических характеристик, указанных производителем, или предполагаемого метода эксплуатации.

Эти системы контролируются в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, так как они подходят для использования в сочетании с химическим и биологическим оружием, применение которого не ограничено из-за его минимального веса, в то время как применение ядерного оружия ограничено его критической массой.

Метод эксплуатации: Эти системы работают по такому же принципу, что и большие ракетные системы. Как правило, они состоят из четырех базовых элементов (полезной нагрузки или боевой головки, силовой установки, системы наведения и управления и общей структуры). У баллистических ракет в этой категории такие же рабочие характеристики, как и у больших элементов, указанных в 1.A.1.

Стандартные способы использования в ракетах: Баллистические ракеты используются для доставки полезной нагрузки с оружием до определенной цели. Космические ракеты-носители и исследовательские ракеты используются для выведения спутников на орбиту и сбора научной информации в верхних слоях атмосферы соответственно.

Другие области применения: Нет данных

Внешний вид (заводской): Законченные ракетные системы этой категории очень похожи внешне на системы, описанные в позиции 1.A.1., но в меньшем масштабе. Они представляют собой большие, длинные, узкие цилиндры, которые в собранном состоянии достигают длины 5 м, диаметра 0,5 м и веса 1500 кг при максимальном уровне топлива. На иллюстрации 1 приведен характерный пример исследовательской ракеты, описанной в позиции 19.A.1.

Внешний вид (комплектный): Главные компоненты ракетных систем обычно доставляются в ящиках или запаянных металлических контейнерах к сборочному помещению возле стартовой площадки, где их собирают и испытывают на эксплуатационную готовность. Исключения составляют мобильные баллистические ракеты, которые можно полностью собирать и хранить в горизонтальном положении с помощью мобильной транспортно-подъемно-пусковой установки, а также доставлять к стартовой площадке, когда необходимо.



Рис. 1: Большая исследовательская ракета категории II, способная доставлять полезную нагрузку 250 кг на расстояние 400 км. Двигатель ракеты на твердом топливе заключен в стальной листовой кожух. Двигатель окружают четыре «сотовых» хвостовых стабилизатора с передними кромками из титанового сплава. (JAXA)

19.A.2. Законченные атмосферные беспилотные летательные аппараты (включая крылатые ракеты, радиоуправляемые самолеты-мишени и радиоуправляемые разведывательные самолеты), не указанные в позиции 1.A.2, с максимальной «дальностью» 300 км и более.

Характер и назначение. БЛА, указанные в позиции 19.A.2., являются гораздо более разноплановыми, чем БЛА, указанные в позиции 1.A.2., что вызвано отсутствием требования нести полезную нагрузку 500 кг. Эта категория БЛА состоит из малых БЛА с большой продолжительностью полета и БЛА с большой продолжительностью полета на средней высоте, которые имеют гораздо меньший взлетный вес (в интервале от менее 50 кг до 1500 кг), чем большие системы с большой продолжительностью полета на большой высоте, соответствующие критериям, указанным в позиции 1.A.2.

При оценке систем, описанных в этой позиции, необходимо учитывать способность изменять дальность в зависимости от веса полезной нагрузки. Эта неотъемлемая возможность может значительно отличаться от технических характеристик, указанных производителем, или предполагаемой концепции эксплуатации. Эти системы контролируются в соответствии с режимом контроля за ракетными технологиями, так как они подходят для использования в сочетании с химическим и биологическим оружием, применение которого не ограничено из-за его минимального веса, в то время как применение ядерного оружия ограничено его критической массой.

Как и в случае с более крупными системами БЛА категории I, контролируемыми в соответствии с режимом контроля ракетных вооружений, указанные в позиции 19.A.2. БЛА являются воздушно-реактивными летательными аппаратами, приводимыми в действие небольшой турбиной или двигателями внутреннего сгорания, которые приводят в движение свободные или туннельные винты. БЛА с большой продолжительностью полета и дальностью, а также БЛА с большой продолжительностью полета на средней высоте могут действовать на высоте от 5000 м до 8000 м, а продолжительность их полета может составлять от 12 ч до 48 ч.

Крылатые ракеты отличаются от большинства БЛА тем, что применяются, как правило, в качестве платформы для доставки оружия, а также траекториями полета, которые сводят к минимуму их уязвимость перед системой обороны. Более того, у крылатых ракет нет предусмотренных конструкцией средств возвращения на землю (например, шасси, парашюта и т. п.). Крылатые ракеты могут лететь практически на любой скорости, но они обычно приводятся в действие маленькими реактивными двигателями, которые, как правило, работают на высоких дозвуковых скоростях (менее 900 км/ч). Противокорабельные крылатые ракеты категории II показаны на рис. 2.

Метод эксплуатации: Как и в случае с БЛА, описанными в позиции 1.А.2., в состав указанных в позиции 19.А.2. систем входит компонент летательных аппаратов (как правило, оборудованный полезной нагрузкой нескольких типов, включая аппаратуру датчиков) с установленной радиоэлектроникой и каналами передачи данных, а также компонент управления наземным движением. Одно из основных отличий этих БЛА категории II от более крупных БЛА категории I заключается в том, что их более широкий диапазон размеров и более легкий вес дают возможность их запуска несколькими равноценными способами. Многие БЛА с большой продолжительностью полета на средней высоте запускаются и возвращаются на землю, используя обычный способ взлета и приземления с помощью шасси. При этом некоторые небольшие БЛА можно запустить, используя пневматические или эластичные пусковые устройства (см. иллюстрацию 3) и ракетоносители. Многие из этих маленьких систем могут также быть портативными.



Рис. 2: Противокорабельная крылатая ракета категории II. («Руководство РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))

Крылатые ракеты этой категории работают так же, как и указанные в позиции 1.А.2. ракеты: в большинстве из них установлена система датчиков, которая наводит их на цель с помощью особенностей рельефа местности или сигнатур цели. В крылатых ракетах все чаще используются инерциальные системы навигации, использующие информацию с навигационных приемных устройств спутников, в дополнение к или вместо систем навигации по рельефу местности для наведения на область, близкую к цели. Эти ракеты могут быть запущены с транспортно-подъемно-пусковых установок, а также с кораблей, подводных лодок или самолетов.

Типичное использование в ракетах: Описанные в этой позиции БЛА способны доставлять полезную нагрузку менее 500 кг на расстояние 300 км и выше.

Другие области применения: В полезную нагрузку могут входить многоцелевые системы, включая оборудование и оружие для разведки, наблюдения и рекогносцировки (ISR). Небольшие БЛА, вероятнее всего, будут использоваться исключительно для выполнения заданий по разведке, наблюдению и рекогносцировке, а также для научных исследований.

Внешний вид (заводской): Законченные системы БЛА, контролируемые в соответствии с этой позицией, характеризуются большим разнообразием форм и функций. В летательных аппаратах чаще всего используются неподвижные крылья и воздушно-реактивный двигатель.

Новые модели беспилотного винтокрылого летательного аппарата способны преодолевать расстояния свыше 300 км. Сконструированные для специальных целей БЛА обычно имеют форму конуса, иногда с выпуклой передней или носовой частью фюзеляжа. Законченные системы БЛА, контролируемые в соответствии с этой позицией, также могут быть представлены пилотируемыми летательными аппаратами, конструкция которых модифицирована для автономного полета с возможностью управления пилотом в некоторых случаях. Такие системы, как правило, имеют кабину, которая во время полета либо пуста, либо заполнена электронной аппаратурой или полезной нагрузкой. Более крупные БЛА, указанные в 19.А.2. имеют некоторые схожие характеристики с 1.А.2., которые могут включать в себя средние крылья с большим размахом, цилиндрические фюзеляжи с ярко выраженными выступами и носовыми обтекателями, задними двигателями, V-образным или инвертированным V-образным хвостом, а также полностью убираемым посадочным шасси. Крылатые ракеты в этой категории очень похожи по внешнему виду на указанные в пункте 1.А.2.

Внешний вид (комплектный): Категория II БЛА, включая крылатые ракеты, изготовляются в виде деталей или секций в разных местах и разными изготовителями, а затем собираются на военном или гражданском производственном объекте. БЛА, описанные в этом пункте могут быть

упакованы в собранном виде, или могут быть разделены на составляющие и упакованы с применением тех же процедур и материалов, что и БЛА описано в 1.А.2.



Рис. 3: БЛА средней дальности полета. Несмотря на его небольшой размер, этот эластичный БЛА, запускаемый с катапульты, способен переносить 1 кг «полезной нагрузки« (ИК и цифровые камеры) на дальность до 400 км. (Аеровизайон Вехикулос Аереос, SL)

19.А.3. Законченные атмосферные беспилотные летательные аппараты, не указанные в позиции 1.А.2 или 19.А.2 и имеющие все следующие характеристики:

a. имеющие любую из следующих характеристик:

1. наличие функций автономного управления полетом и навигации; или
2. наличие дистанционного управления полетом за пределами прямой видимости; и

b. имеющие любую из следующих характеристик:

1. имеют в конфигурации систему/механизм распыления аэрозолей объемом более 20 литров; или
2. разработаны или модифицированы для присоединения системы/механизма распыления аэрозолей объемом более 20 литров.

Примечание:

По позиции 19.А.3 не контролируются авиамодели, специально спроектированные для целей досуга или спортивных соревнований.

Технические примечания:

1. Аэрозоль состоит из порошков или жидкостей, иных, чем компоненты топлива, побочные продукты или добавки, являющихся частью «полезной нагрузки», рассеиваемой в атмосфере. Примерами аэрозолей могут служить пестициды, предназначенные для опыления полей, и сухие химикаты для принудительного выделения дождевых осадков из облаков.

2. Система/механизм распыления аэрозолей включает в себя все устройства (механические, электрические, гидравлические и т.д.), которые необходимы для хранения аэрозоля и его рассеивания в атмосфере. Это включает в себя возможность инжекции аэрозоля в поток выхлопных газов, образующихся в результате сгорания топлива, и в вихревую струю, создаваемую воздушным винтом.

Характер и назначение. Пункт 19.А.3. охватывает БЛА, укомплектованные или разработанные для переноса систем распыления аэрозолей с емкостью, превышающей 20 литров, и автономной системой управления полетом или навигацией, или возможностью контролируемого полета в пределах видимости оператора.



Рис. 4. Модульная воздушная система орошения, применяемая для распыления пестицидов, может использовать комплектацию, называемую «сверхнизкий объем» и специализироваться на штангах с распыляющими насадками, такими как показаны здесь, чтобы распылять половину унции химиката на один акр. (BBC США)

Метод эксплуатации: Система БЛА может быть установлена на летательный аппарат специально построенный для беспилотного управления. Система БЛА может быть модификацией летательного аппарата, управляемого человеком (самолета или вертолета). В зависимости от способа взлета БЛА, летательный аппарат может быть укрыт и запущен из множества мест, включая грубые взлетно-посадочные полосы, морские суда или стандартные аэропорты. БЛА может управляться бортовой навигационной системой и лететь по запрограммированному пути по точкам маршрута. В качестве альтернативы, курсом БЛА можно управлять в полете с помощью команд от наземной системы, или переданными через бортовой канал связи. Тем временем, бортовая система управления полетом поддерживает управляемость полета БЛА, регулируя плоскости управления для поддержания требуемого системой курса полета.

Агенты для ведения боевых действия с применением БО (БВ) могут быть приспособлены в виде аэрозолей. Аэрозоль состоит из порошков или жидкостей, иных, чем компоненты топлива, побочные продукты или добавки, являющиеся частью «полезной нагрузки» системы БЛА, рассеиваемой в атмосфере. В состав таких аэрозолей входят пестициды, применяемые для защиты урожая от насекомых и сухие химикаты, распыляемые в атмосфере для формирования облаков. Как минимум, в системе распыления присутствует бак для хранения аэрозолей, насос для подачи аэрозолей на пульверизатор и сам пульверизатор для распыления аэрозольных облаков.

- Австралия
- Бразилия
- Болгария
- Китай
- Чехия
- Египет
- Франция
- Германия
- Индия
- Иран
- Ирак
- Израиль
- Италия
- Япония
- Ливия
- Северная Корея
- Пакистан
- Российская Федерация
- Южная Африка
- Южная Корея
- Швеция
- Сирия
- Украина
- Соединенное Королевство
- Объединенные Арабские Эмираты
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Типичное использование ракет: Рассеивание БО или химических агентов с помощью аэрозольных облаков — наиболее эффективный способ распространения.

Траектории полета БЛА, включая траектории крылатых ракет, пригодны для распыления биологических и химических агентов, так как ракету можно перепрограммировать на пролет на низкой высоте над заданной целью и распыление агентов из боеголовки в определенный промежуток времени.

Другие области применения: БЛА, описанный в этом пункте может использоваться в сельском хозяйстве и для борьбы с вредителями.

Внешний вид (заводской): БЛА, в состав которых входит пульверизатор для распыления аэрозолей или модифицированные для переноса подобных систем могут принимать различные формы. Дальность и полезные нагрузки могут варьироваться, а крылья могут быть неподвижными или вращающимися. Законченные системы БЛА, контролируемые в соответствии с этой позицией, также могут быть представлены пилотируемыми летательными аппаратами, конструкция которых модифицирована для автономного полета. Такие летательные аппараты, как правило, имеют кабину, которая во время полета пуста или заполнена электронной аппаратурой либо полезной нагрузкой.



Рис. 5. БЛА с ротационным крылом, собранный с химическими баками и пульверизаторами для применения в сельскохозяйственных целях. (Yamaha)

Большинство известных систем для автономного распыления с воздуха основываются на вертолетах. Эти БЛА, оснащенные схемой вертикального взлета и посадки разработаны для применения в сельскохозяйственных целях, для распыления пестицидов или удобрений. Системы в этой категории часто характеризуются наличием одного или более внешнего бака «полезной нагрузки», либо на нижней части фюзеляжа, либо на боках летательного аппарата; а также насадками для распыления и/или наконечником с широким факелом распыла. Эти летательные аппараты также могут быть оборудованы средствами наблюдения, включая ТВ и ИК камеры и другие датчики. БЛА с ротационным крылом, разработанные для сельскохозяйственного распыления, обычно ограничены в радиусе полета, дальности, и выносливости, в связи с ограниченными средствами управления и контроля, и задачей летательного аппарата, обусловленной целевым распылением. Обычно они могут работать не более нескольких часов на расстоянии не более нескольких миль, однако в данной категории возможно наличие прототипов повышенной дальности.

БЛА с неподвижным крылом для применения аэрозолей обычно разрабатываются в виде БЛА с установленными баками и устройствами для распыления, или в виде пилотируемых летательных аппаратов для распыления, оснащенных автономными система управления. Они могут быть оснащены, как внутренними, так и внешними баками, с системами распыления, установленными на нижней части фюзеляжа, носе, хвосте, или крыльях аппарата.

Внешний вид (комплектный): Системы БЛА, регулируемые этим Пунктом, могут быть упакованы для отгрузки, в соответствии с Пунктом 1.А.2. Эти БЛА часто упаковываются в виде нескольких отдельных составляющих и подсистем, и собираются воедино при необходимости в эксплуатации. Подсистемы могут включать в себя авиационную радиоэлектронику, каналы связи, базовые станции и системы спуска и спасения. В составляющие (компоненты) могут входить элементы фюзеляжа, крылья, поверхности управления и посадочное шасси. Некоторые системы БЛА также включают в себя скольжение при посадке с катапультами в качестве пускового механизма. Баки и аппаратура для распыления могут быть упакованы в деревянные ящики и перевозиться отдельно.

19.B. Испытательное и производственное оборудование

Нет.

19.C. Материалы

Нет.

19.D. Программное обеспечение

«Программное обеспечение» для координации функционирования более одной подсистемы, специально разработанное или модифицированное для «использования» в системах, указанных в позициях 19.A.1 или 19.A.2.

Характер и назначение: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» те же характер и назначение, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 1.D.1.

Метод эксплуатации: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» тот же принцип работы, что и у описанного в позиции 1.D.1.

Стандартные способы использования в ракетах: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» те же способы использования в ракетах, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 1.D.2.

Другие области применения: Нет данных

Внешний вид (заводской): У описанного в этой позиции «программного обеспечения» такой же внешний вид упаковки, как и у описанного в позиции 1.D.2.

Внешний вид (комплектный): Магнитная лента, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документация, содержащие программное обеспечение, которое управляет более, чем одной подсистемой и специально разрабатывается или модифицируется для использования в системах, описанных в 19.A., ничем не отличаются от любых других носителей информации. Только маркировка и сопровождающая документация может указать на его назначение, кроме случаев, если программное обеспечение запускается на соответствующем компьютере. Эти программное обеспечение и документация могут быть переданы по компьютерной сети.

Дополнительная информация: Обычно, в небольших, неуправляемых ракетных системах «выбрать и выстрелить», стабилизируемых вращением отсутствует программное обеспечение для управления полетом. Код симуляции двумерной/тройной степени подвижности траектории может быть загружен в пусковую консоль или использован для подготовки пускового стола.

19.E. Технология

«Технология», в соответствии с «Общим примечанием» по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, указанного в позиции 19.A.1 или 19.A.2.

Характер и назначение: У описанной в этой позиции «технологии» те же характер и назначение, что и у «технологии», описанной в позиции 1.E.1.

Метод эксплуатации: У описанной в этой позиции «технологии» такой же принцип работы, что и у «технологии», описанной в позиции 1.E.1.

Стандартные способы использования в ракетах: У описанной в этой позиции «технологии» те же способы использования в ракетах, что и у «технологии», описанной в позиции 1.E.1.

Другие области применения: Нет данных

Внешний вид (заводской): Нет данных

Внешний вид (комплектный): Нет данных

Категория II–Раздел 20

Прочие законченные подсистемы

Категория II–Раздел 20: Прочие законченные подсистемы

20.A. Оборудование, сборочные единицы и составные элементы

20.A.1. Законченные подсистемы, такие, как:
a. отдельные ступени ракет, не указанные в позиции 2.A.1 и используемые в системах, указанных в позиции 19.A;
b. твердотопливные и жидкостные ракетные двигатели, не указанные в позиции 2.A.1, используемые в системах, указанных в позиции 19.A., и имеющие полный импульс тяги, равный или более 8,41 × 105Н × с, но менее 1,1 × 106Н × с.

- Бразилия
- Китай
- Египет
- Франция
- Германия
- Индия
- Иран
- Израиль
- Италия
- Япония
- Северная Корея
- Пакистан
- Южная Корея
- Украина
- Соединенное Королевство
- Соединенные Штаты

Глобальное производство



Характер и назначение: Законченные подсистемы (включая ступени ракеты на твердом топливе и ракетные двигатели на жидком или твердом топливе), применяемые в системах, подходящих под описание в позиции 19.A, подобны во многих отношениях компонентам, управляемым средствами, указанными в позиции 2.A.1. Критические отличия определяются отсутствием требования иметь полезную нагрузку величиной 500 кг или свыше в системах, управляемых средствами, указанными в позиции 19.A. Из-за меньшего размера таких систем компоненты их подсистем и топливные системы тоже имеют меньший размер и меньшую мощность по сравнению с системами, управляемыми средствами, указанными в позиции 2.A.1.

Ракетные двигатели на жидком топливе, соответствующие критериям, указанным в позиции 20. 1.b., встречаются относительно редко. Они, в основном, представляют собой либо большие топливные двигатели с полным импульсом тяги, превышающим описанные в позиции 2.A.1. критерии, либо малые двигатели системы реактивного управления, созданные для корректировки траектории полета космических кораблей вне атмосферы. Несмотря на то, что малые двигатели системы реактивного управления работают на малой тяге, они, как правило, они имеют низкую скорость горения топлива (до 2000 секунд и выше) и, соответственно, также могут превышать импульс тяги, разрешенный в позиции 20.A.1.b.

Метод эксплуатации: Ракетные ступени состоят из корпуса, двигателя, твердого или жидкого топлива и системы управления. Как и в случае с их большими эквивалентами, многоступенчатые ракетные системы сбрасывают ступени по мере сжигания топлива.

Стандартные способы использования в ракетах: Ракетные ступени, управляемые указанными в позиции 20.A.1. средствами, являются необходимыми и жизненно важными компонентами систем ракеты, частью которых они являются. Они также используются в испытании и разработке

ракет. Ракетные двигатели на твердом и жидком топливе обеспечивают тягу, необходимую для разгона системы до необходимой скорости.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Подобно своим большим аналогам, управляемым указанными в позиции 2.A.1. средствами, отдельные ракетные ступени, управляемые указанными в позиции 20.A.1. средствами, представляют собой цилиндры длиной от 3 до 10 м и диаметром от 0,2 до 2 м. Эти цилиндры изготавливаются из прочной листовой стали, композитных материалов (волокна или смолы) или из того и другого одновременно.

Ракетные двигатели на твердом топливе представляют собой цилиндрические трубы с овальными или круглыми куполами на обоих концах, которые предназначены для крепления воспламенителя и сопла в соответствующем порядке (см. Рис. 1). Как правило, сопла крепятся до отгрузки. Размер и измерения этих двигателей зависят от их предназначения. Двигатели, показанные на иллюстрации 1, имеют диаметр 0,7 м и длину 1,2 м.

Внешний вид (комплектный): Ракетные ступени поставляются в специально сконструированных стальных или деревянных контейнерах или ящиках. Ракетные двигатели на твердом топливе обычно поставляются в стальных, алюминиевых и деревянных контейнерах.

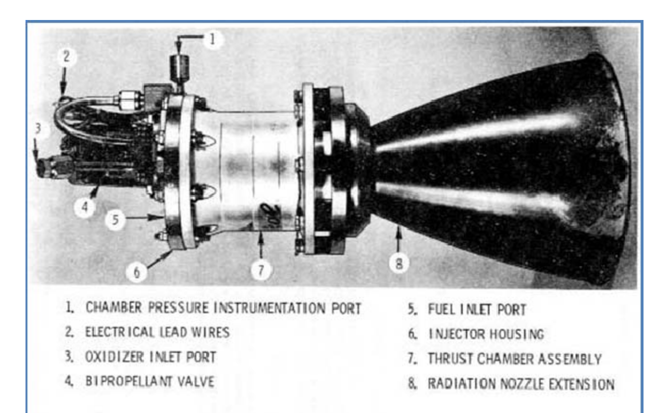
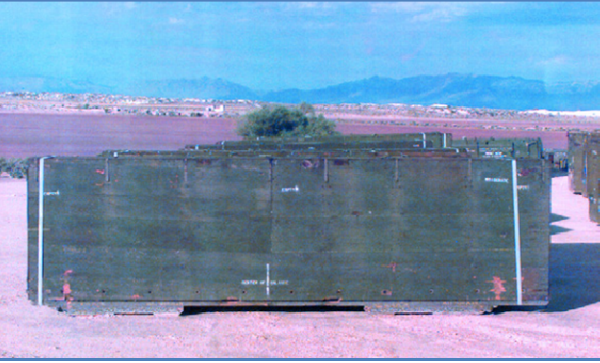


Рис. 1: ***Слева*****: Двигатель системы реактивного управления;** ***Внизу слева*****: блок ракетных двигателей на твердом топливе, управляемых в соответствии с категорией II. Двигатели слева от данной фотографии достаточно велики, чтобы управлять ими в соответствии с позицией 2, категорией I.** ***Внизу*****: Вид сбоку контейнера доставки, содержащего четыре ракетных двигателя на твердом топливе, относящихся к категории II. («Руководство к приложению РКТР по оборудованию, программному обеспечению и технологиям», третье издание (май 2005 г.))**





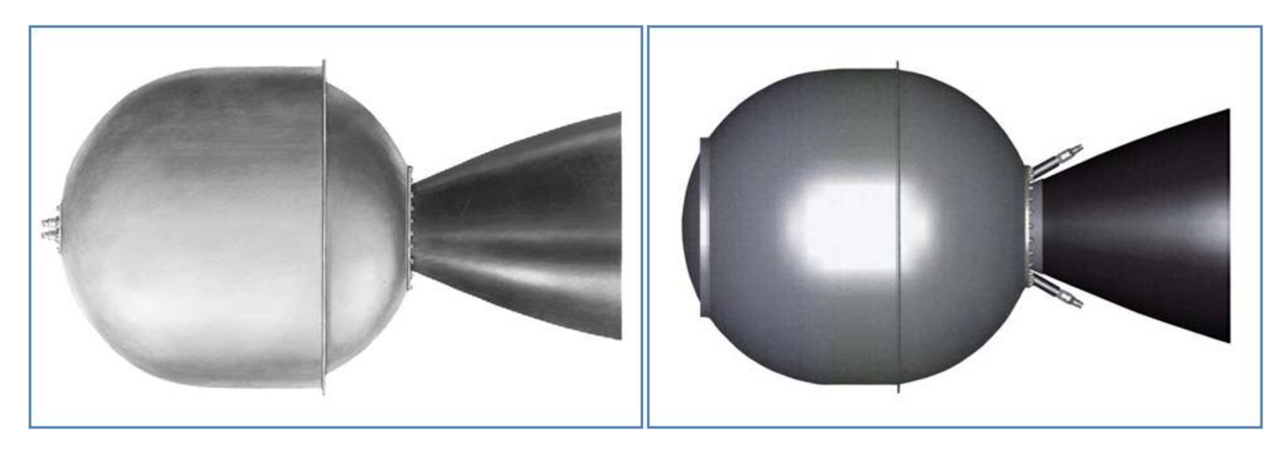


Рис. 2: Слева — ракетный двигатель категории II, который использовался в ряде случаев как апогейный двигатель. Справа — подобный двигатель категории II, который был разработан в качестве апогейного двигателя. (ATK)

20.B. Испытательное и производственное оборудование

20.B.1. «Производственные мощности», специально разработанные для подсистем, указанных в позиции 20.A.

Характер и назначение: У «производственных мощностей», описанных в этой позиции, те же самые характер и назначение, что и у производственных мощностей, используемых для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанных в позиции 2.B.1.

Метод эксплуатации: У «производственных мощностей», описанных в этой позиции, такие же принципы работы, что и у производственных мощностей, используемых для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанных в позиции 2.B.1.

Стандартные способы использования в ракетах: Компоненты и узлы, изготовленные с помощью этих мощностей, применяются для сборки и испытания элементов, перечисленных в позиции 20.A.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Указанные в позиции 20.B.1. производственные мощности и оборудование для изготовления завершенных ступеней и ракетных двигателей на твердом и жидком топливе не отличаются от производственных мощностей и оборудования, описанных в позиции 2.B.1. Описанные в этой позиции производственные мощности и оборудование могут не отличаться от производственных мощностей и оборудования, которые используются для изготовления больших по размеру ракетных ступеней или ракетных двигателей на жидком топливе. Несмотря на это, они могут быть меньше по размеру. Производственные мощности и оборудование для изготовления отдельных ракетных ступеней и двигателей, управляемых указанными в позиции 20.A.1. средствами, не отличаются от производственных мощностей и оборудования, указанных в позиции 2.A.1, и в большинстве случаев они не будут отличаться от производственных мощностей и оборудования, которое используется для изготовления больших элементов.

Внешний вид (комплектный): Производственные мощности и оборудование, описанные в этой позиции, могут быть упакованы с использованием тех же процедур и материалов, что и производственные мощности и оборудование, используемые для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе, описанных в позиции 2.B.1.

20.B.2. «Производственное оборудование», специально разработанное для подсистем, указанных в позиции 20.A.

Характер и назначение: У «производственного оборудования», описанного в этой позиции, те же самые характер и назначение, что и у производственного оборудования, используемого для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанного в позиции 2.B.2.

Метод эксплуатации: У «производственного оборудования», описанного в этой позиции, такие же принципы работы, что и у производственного оборудования, используемого для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанного в позиции 2.B.2.

Стандартные способы использования в ракетах: Компоненты и узлы, произведенные с помощью описанного в данной позиции оборудования, используются для сборки и испытания элементов, перечисленных в позиции 20.A.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Указанное в позиции 20.B.2. «производственное оборудование» для изготовления завершенных ступеней и ракетных двигателей на твердом и жидком топливе не отличается от производственного оборудования, описанного в позиции 2.B.2. Описанное в этой позиции оборудование может не отличаться от оборудования, которое используются для изготовления больших по размеру ракетных ступеней или ракетных двигателей на жидком топливе. Несмотря на это, оно может быть меньше по размеру.

Внешний вид (комплектный): «Производственное оборудование», описанное в этой позиции, может быть упаковано с использованием тех же процедур и материалов, что и производственное оборудование, используемое для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанное в позиции 2.B.2.

20.C. Материалы

Нет.

20.D. Программное обеспечение

20.D.1. «Программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для систем, указанных в позиции 20.B.1.

Характер и назначение: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» те же характер и назначение, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.1.

Метод эксплуатации: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» тот же принцип работы, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.1.

Стандартные способы использования в ракетах: У «программного обеспечения», описанного в этой позиции, те же самые способы использования в ракетах, что и у программного обеспечения, используемого для производства завершенных ступеней и двигателей на твердом и жидком топливе и описанного в позиции 2.D.1.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Как правило, такое программное обеспечение принимает форму компьютерной программы, которая хранится на носителях печатного, магнитного, оптического или другого типа. Любые обыкновенные носители информации (ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы) могут содержать такое программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): У описанного в этой позиции «программного обеспечения» такой же внешний вид упаковки, как и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.

20.D.2. Не указанное в позиции 2.D.2 «программное обеспечение», специально разработанное или модифицированное для «использования» ракетных двигателей, указанных в позиции 20.A.1.b.

Характер и назначение: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» те же характер и назначение, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.2.

Метод эксплуатации: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» тот же принцип работы, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.2.

Стандартные способы использования в ракетах: У описанного в этой позиции «программного обеспечения» те же способы использования в ракетах, что и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.2.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Как правило, такое программное обеспечение принимает форму компьютерной программы, которая хранится на носителях печатного, магнитного, оптического или другого типа. Любые обыкновенные носители информации (ленты, дискеты, сменные жесткие диски, компакт-диски и документы) могут содержать такое программное обеспечение и данные.

Внешний вид (комплектный): У описанного в этой позиции «программного обеспечения» такой же внешний вид упаковки, как и у программного обеспечения, описанного в позиции 2.D.2.

20.E. Технология

20.E.1. «Технология, в соответствии с Общим примечанием по технологии, для «разработки», «производства» или «использования» оборудования, указанного в позиции 20.A, 20.B или 20.D.

Характер и назначение: У описанной в этой позиции «технологии» те же характер и назначение, что и у «технологии», описанной в позиции 2.E.1.

Метод эксплуатации: У описанной в этой позиции «технологии» такой же принцип работы, что и у «технологии», описанной в позиции 2.E.1.

Стандартные способы использования в ракетах: У описанной в этой позиции «технологии» те же способы использования в ракетах, что и у «технологии», описанной в позиции 2.E.1.

Другие способы использования: Нет данных

Внешний вид (заводской): Нет данных

Внешний вид (комплектный): Нет данных